

Trabajo Fin de Grado

Configuración y enlace de centrales VOIP en los puestos de mando de Brigada y su integración con otros sistemas de telefonía.

Autor

Alberto Esteban Sánchez

Directores

Director académico: Inés García Rubio

Director militar: Germán Pellicer Martínez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2018

PRÓLOGO Y AGRADECIMIENTOS

En un mundo en el que la tecnología avanza a ritmos vertiginosos y los conflictos tanto locales como regionales son cada vez más y de mayor intensidad, la ciencia y las Fuerzas Armadas han de aunar fuerzas como garantes de la estabilidad y de la paz. Es por ello que los trabajos fin de grado de ingeniería de organización industrial perfil defensa no dejan de ser una fuente de innovación que las Fuerzas Armadas deben explotar para mantener el ritmo de adaptación al entorno en constante desarrollo.

Mis agradecimientos al Teniente D. Germán Pellicer Martínez y a la Dra. Dña. Inés García Rubio por su constante seguimiento del trabajo y apoyo para su realización.

A mis padres por apoyarme en cada una de mis decisiones e inculcarme el sentido del deber y el amor a España, haciendo que hoy día pueda servir en las Fuerzas Armadas.

Al Capitán D. Jose Javier Belda Morante y a la Compañía de Transmisiones de La Legión por el acogimiento y la total disponibilidad a aportar a este trabajo.

Al Teniente D. José Antonio Aranda Martín por su total implicación y esfuerzo con el presente trabajo y las prácticas externas, sin duda un ejemplo a imitar en el ejercicio del mando.

A los Tenientes D. Diego Linares Pulido y D. Pablo Ayala Vidaurrázaga por el trato cercano recibido y su permanente preocupación por el desarrollo de este trabajo.

Al Comandante D. Francisco Romera Gutiérrez por prestar su tiempo, interés y total disponibilidad para la realización de este trabajo, sin su ayuda la parte experimental no hubiera sido posible.

Al Comandante D. Fernando Rubio Royo-Villanova por plantar la semilla de La Legión en mí y por su constante preocupación por sus cadetes pese al paso de los años, un fiel ejemplo del artículo seis del Decálogo del Cadete.

ABSTRACT

Telephony over the Internet (IP telephony) is raising more and more as the necessary evolution of traditional telephony. Nowadays, IP telephony is well known in the business world, most of the offices buildings have implemented an IP telephony system, but for most of the people IP telephony is totally unknown.

One of the objectives of this project is giving the reader a slightly capacity to understand basics about IP telephony. Important differences with traditional telephony such as the digital nature of the IP telephony system, the different ways to codify the voice, the type of services which can be provided by IP telephony or the quality of services, are the key to understand IP telephony in depth.

Setting a standard for IP telephony to the Army would result in a huge improvement in interoperability terms, one of the big problems of the Signals branch. Once this problem is solved, the next step would be reaching the interoperability with NATO countries. The two options that have been studied in this project are Asterisk, a free software solution, and Cisco, a proprietary software.

Taking advantage of the practice period in the Brigade La Legión, a survey has been done to different components of the company, evaluating the current situation of the Brigade and comparing it with other Signal units, even those units which are deployed abroad in operations. The results have been analyzed using the Quality Functional Deployment (QFD) analysis tool. Also, this analysis tool allows to show how the Signals Company of La Legión works in the IP telephony concept.

It also can be seen the configuration of both call centers, Asterisk and Cisco. The configuration of the Ubiquiti antennas which links Asterisk call centers is also explained. Ending this chapter, all the network elements which link the different call centers are explained and showed their network topology in different pictures .

One of the more interesting points of this project is the attempt to integrate and link an Asterisk call center and a Cisco call center. Although the trunk between both call center has been configured, it has not been able to complete the total link between them due to the lack of the Cisco license required. Nevertheless, both call centers pinged each other which means they had connectivity. This integration is already done in the Spanish operations base of Besmayah, Irak, giving great results. But in Spanish territory, Signals companies of the different Brigades cannot replicate this integration or even they have not attempted yet.

Finally, the last point of this project is referred to the integration between IP telephony and classic telephony. In this part of the project it is explained in both cases, Cisco call center and Asterisk call center, how to connect the IP telephony network to the external telephony network. It is also explained how to convert an analogical telephone to an IP telephone thanks to a FXS gateway. Also it can be seen a comparison between two different measures of quality of services parameters done with internal calls and external calls.

ÍNDICE

PRÓLOGO Y AGRADECIMIENTOS.....	I
ABSTRACT.....	III
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.	IX
GLOSARIO	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
5.1 METODOLOGÍA.	2
2. QUE ES LA TELEFONÍA IP Y COMO FUNCIONA.....	3
2.1 LA CALIDAD EN EL SERVICIO, QOS.	6
3. ESTUDIO Y CONFIGURACIÓN DE LAS REDES VOIP DE LA COMPAÑÍA DE TRANSMISIONES DE LA LEGIÓN.	7
3.1 RED VOIP BASADA EN ASTERISK.....	7
3.2 RED VOIP BASADA EN CISCO.	13
3.3 POSIBLES MEJORES A REALIZAR EN LA RED VOIP DE ASTERISK.....	17
4. INTEGRACIÓN DE ASTERISK CON CALLMANAGER DE CISCO.....	21
4.1 UTILIZACIÓN DE LA RTC COMO PASARELA PARA LA INTEGRACIÓN.	21
4.2 REALIZACIÓN DE UN TRONCAL SIP PARA LA INTEGRACIÓN.	21
5. INTEGRACIÓN DE LA TELEFONÍA EXTERNA CON LA TELEFONÍA IP.....	24
5.1 INTEGRACIÓN DE TELÉFONOS ANALÓGICOS EN UNA RED VOIP.	24
5.2 INTEGRACIÓN DE LA RED VOIP ASTERISK CON LA TELEFONÍA EXTERNA.	26
5.3 INTEGRACIÓN DE LA RED VOIP CISCO CON LA TELEFONÍA EXTERNA.	26
5.4 COMPARATIVA DE CALIDAD DE SERVICIO ENTRE LLAMADAS INTERNAS Y LLAMADAS A LA RTC. 27	
CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	29
BIBLIOGRAFÍA.	XVII
ANEXO I: FLUJO DE PAQUETES DE SEÑALIZACIÓN SIP DURANTE UNA LLAMADA DE VOIP.	XIX
ANEXO II: CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LA CENTRALITA IP DE LA CIATRANSLEG.	XXI
ANEXO III: CONFIGURACIÓN DEL TRONCAL ENTRE CENTRALITAS ASTERISK.....	XXV
ANEXO IV: CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE PARA ANTENA UBIQUITI.	XXXVII
ANEXO V: ENCUESTAS REALIZADAS A PERSONAL DE LA CIATRANSLEG PARA LA REALIZACIÓN DEL QFD.	XLIII
ANEXO VI: CONFIGURACIÓN DEL TRONCAL ENTRE LAS CENTRALITAS CALLMANAGER Y ASTERISK.	LIX

ÍNDICE DE FIGURAS.

ILUSTRACIÓN 1: MONTAJE EN LABORATORIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE VOIP.....	2
ILUSTRACIÓN 2: ESQUEMA DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ.	4
ILUSTRACIÓN 3: PROCESOS QUE SUFRE LA INFORMACIÓN DESDE QUE SALE DE LA VOZ DEL EMISOR HASTA QUE LLEGA AL OÍDO DEL RECEPTOR.	5
ILUSTRACIÓN 4: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE ASTERISK DURANTE LA AFILIACIÓN DE UN TELÉFONO.....	8
ILUSTRACIÓN 5: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE ASTERISK SIMULANDO LAS EXTENSIONES QUE TENDRÍA UN PUESTO DE MANDO.....	8
ILUSTRACIÓN 6: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE ASTERISK EN LA QUE SE MUESTRAN LOS DETALLES DE LA CONFIGURACIÓN DE UN TRONCAL IAX2.	9
ILUSTRACIÓN 7: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS TELÉFONOS GRANDSTREAM GPX 1400/1405.....	10
ILUSTRACIÓN 8: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI. ..	11
ILUSTRACIÓN 9: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI EN LA PESTAÑA "NETWORK".	11
ILUSTRACIÓN 10: ARQUITECTURA DE RED DE LOS PC ENLAZADOS MEDIANTE UBIQUITI	13
ILUSTRACIÓN 11: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE CONFIGURACIÓN DEL CALLMANAGER PARA LA CREACIÓN DE UN TRONCAL.	14
ILUSTRACIÓN 12: DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE RED DE VOIP EN EL TERMINAL SATÉLITE.	16
ILUSTRACIÓN 13: ARQUITECTURA DE LA RED VOIP CISCO ENLAZADA POR SATÉLITE.	17
ILUSTRACIÓN 14: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DEL CALLMANAGER PARA LA CONFIGURACIÓN DEL TRONCAL SIP.....	22
ILUSTRACIÓN 15: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DEL CALLMANAGER PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS SIP DEL TRONCAL.....	23
ILUSTRACIÓN 16: CAPTURA DE PANTALLA DE LA INTERFAZ WEB DE ASTERISK CON EL ARCHIVO "SIP.CONF".	23
ILUSTRACIÓN 17: PRUEBA DE LABORATORIO DE CONEXIÓN DE TELÉFONOS ANALÓGICOS A LA CENTRALITA ASTERISK.	25
ILUSTRACIÓN 18: ESQUEMA DE CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS ANALÓGICOS CON ATA Y ADAPTADOR FXO.....	25
ILUSTRACIÓN 19: INTEGRACIÓN DE LA VOIP DEL ATQH CON LA RTC.....	26
ILUSTRACIÓN 20: CAPTURA DE TRÁFICO MEDIANTE WIRESHARK DE PAQUETES RTP EN UNA LLAMADA INTERNA DE VOIP.....	27
ILUSTRACIÓN 21: CAPTURA DE TRÁFICO MEDIANTE WIRESHARK DE PAQUETES RTP EN UNA LLAMADA A UNA RED TELEFÓNICA EXTERNA.	28

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

AAS

Autorización de Acceso Satélite, 15, 26

AES

Advanced Encryption Standard, 10, XXXVI

AMI

Alternate Mark Inversion, 3

ATA

Analog Telephone Adapter, VII, 6, 24

ATQH

At The Quick Halt, VII, 15, 16, 26

CAC

sistema de Comprobación, Alarma y Control, 15

CECOM

Centro de Comunicaciones, 26, 29

Ciatransleg

Compañía de Transmisiones de La Legión, 2, 7, 17, 18, 19, 26, 29, XXXIX, XL, XLI

CTPCAV

Centro de Transmisiones del Puesto de Mando Avanzado, XXII, XXVI, XXIX

CTPCREAR

Centro de Transmisiones del Puesto de Mando Retrasado, XXII, XXIX

dB

decibelios de ganancia, 10

DECT

Digital Enhanced Cordless Telecommunications, 9, XIX

FAS

Fuerzas Armadas, 21, 30

FSK

Frequency Shift Keying, XII

FXO

Foreign exchange Office, VII, 24, 26, XIII

FXS

Foreign exchange Subscriber, III, 6, 24, 26, XIII

GHz

Gigahertzios, 10, 15

HDB3

High-Density Bipolar Three-Bit substitution, 3

IX

HTTP

Hyper Text Transfer Protocol, XIII

IAX

Inter-Asterisk exchange protocol, 5

IAX2

Inter-Asterisk exchange protocol versión dos, VII, 5, XXVII

IP

Internet Protocol, III, V, XII, XIII, XIV, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 19, 22, 24, 26, 27, 29, 30, XII, XVII, XVIII, XIX, XXI, XXII, XXIV, XXVII, XXXIV, XXXV, XXXVII, XXXIX, XLIII

IPv4

Internet Protocol versión cuatro, 6, XXI, XXXIII

IPv6

Internet Protocol versión seis, XXI

Kb/s

Kilobits por segundo, 4

LAN

Local Area Network, XIV

MAC

Media Access Control, 9, 12, 13, 14, 16

Mb

Megabits, 10, 15

Mb/s

Megabits por segundo, 10

ms

milisegundos, 6, 27

NAT

Network Address Translation, XLIV

NATO

North Atlantic Treaty Organization, III

NRZ

Non Return to Zero, 3

OTAN

Organización del Tratado del Atlántico Norte, 30

PoE

Power over the Ethernet, XIII, XXXIII

PSK

Pre-Shared Key, 10, XXXVI

QFD

Quality Functional Deployment, III, V, 2, 17, 19, XXXIX

QoS

Quality of Service, V, 6, 19, 28, XII

RBA

Red Básica de Área, 1, 29

RTC

Red de Telefonía Conmutada, V, VII, 1, 15, 21, 26, 27, 29

RTCP

Real-Time Transport Control Protocol, 4, XV

RTP

Real-Time Transport Protocol, VII, 4, 27, XV

RZ

Return to Zero, 3

SAS

Solicitud de Acceso Satélite, 15, 26

SCCP

Skinny Call Control Protocol, 5

SIMACET

Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra, 30

SIP

Session Initiation Protocol, V, VII, 4, 5, 7, 9, 14, 21, 22, 23, XIII, XV, XVIII, XIX, XLIII, XLV, XLVI

SSID

Service Set Identifier, XXXVI

TCP

Transmission Control Protocol, XII, XIV, 3, 4, XXXIII

UDP

User Datagram Protocol, 6, 22, XLVI

VoIP

Voice over Internet Protocol, VII, 1, 2, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 26, 29, 30, XII, XXXIX

WAN

Wide Area Network, XIII, XIV

WiFi

Wireless Fidelity, XIII, 10, 12, XIX

WPA2

WiFi Protected Access 2, 10, XXXVI

XI

GLOSARIO

Álgebra de Boole: se trata de un álgebra binaria que esquematiza las operaciones lógicas. Se basa en dos estados: falso o verdadero. A estos estados les aplican las operaciones lógicas AND, NAND, OR, NOR, XOR, XNOR. Estas operaciones lógicas son el pilar del funcionamiento de los dispositivos electrónicos y de computación.

Asegurar: En el argot informático, se dice de una comunicación segura aquella que incorpora algún método de seguridad que impide la manipulación o lectura de los datos por personal que no está autorizado a ello. Hay múltiples modos de asegurar una comunicación, mediante contraseñas, cifrado, algoritmos de encriptación...

Buffer: espacio de memoria temporal con capacidad para almacenar datos cuyo fin es que el software o hardware que está operando los datos tenga un flujo regular de estos y no se quede sin ellos. En telefonía el buffer almacena la llamada, esta es disminuida de calidad y por tanto el tamaño de los bytes que se mandan, y posteriormente se envía la llamada al receptor.

Cabecera IP: se trata de una serie de bits que van al principio de cada paquete de red que usa el protocolo TCP/IP. Consta de los siguientes campos: versión, tamaño de la cabecera, tipo de servicio, longitud total, identificador, flags, posición de fragmento, tiempo de vida, protocolo, suma control, dirección IP origen, dirección IP destino y relleno. El tamaño de la cabecera es variable, siempre en palabras de 32 bits, siendo el tamaño más pequeño cinco palabras, 20 bytes, y el tamaño máximo quince palabras, 60 bytes.

CallerID: su traducción al castellano es "identificador de llamada", se trata de información que indica la extensión del interlocutor llamante. Se compone de un código en modulación FSK que se envía en los primeros tonos de la llamada por lo que para recibir esta información se necesita esperar unos segundos.

Centralita telefónica IP: Software o firmware que permite la filiación de teléfonos, dándoles una determinada extensión, creando así una red telefónica virtual a través de Internet que permite la realización de llamadas y otros servicios entre los distintos usuarios.

Conexión modo bridged: se trata de un modo de conexión de red de las máquinas virtuales de forma que estas pasan a constituir un elemento más de la red con su dirección IP propia y con acceso a los recursos de la red, como por ejemplo acceso a Internet.

Conmutación de circuitos: tipo de conexión que utiliza la Red Telefónica Conmutada y que se basa en establecer un canal de comunicaciones fijo, con un ancho de banda reservado y que opera de modo dedicado entre dos estaciones. Para comunicarse con otro destino, el origen tiene que finalizar primero la conexión y liberar el circuito.

Enrutar: acción que realizan los router con el fin de que los paquetes de datos con un origen determinado puedan alcanzar el destino de forma adecuada. Esta acción es responsabilidad del protocolo TCP/IP y de diferentes protocolos de enrutamiento que le proporcionan al router

la capacidad de ir almacenando información en las tablas de encaminamiento con el fin de elegir el mejor camino que deben seguir los paquetes.

Estación de anclaje: existen dos estaciones de anclaje principales para la comunicación satélite, situadas en Torrejón de Ardoz y Bermeja. Estas estaciones controlan el segmento espacial de las comunicaciones satélites, se encargan de gestionar las frecuencias disponibles, el ancho de banda que deben asignar a cada trama y las ventanas horarias que cada trama tiene reservadas. Una vez se autoriza el acceso satélite se debe coordinar con la estación de anclaje para poder recibir señal.

Firmware: se trata de un software de bajo nivel que controla los circuitos electrónicos del dispositivo, teniendo estrecha relación con el hardware.

Full-Dúplex y Half-Dúplex: se trata de dos formas de transportar la información. Mientras en Full-Dúplex la comunicación puede ser simultánea tanto de ida como de vuelta, en Half-Dúplex la comunicación no puede ser simultánea de ida y vuelta, solamente se puede transmitir información en un sentido del canal.

Gateway: su traducción sería "puerta de salida", se trata de una dirección IP a la cual encaminar todos los paquetes que le llegan o que genera un determinado equipo. Suele asignarse a las bocas WAN de los routers.

Máscara de subred: combinación de bits que indica el número de equipos pertenecientes a una determinada red. Tiene formato de cuatro octetos de bits que se suelen representar de forma decimal. También se puede representar en formato "barra" que indica el número de bits con valor 1 que tiene la máscara. Por ejemplo, en formato binario: 11111111.11111111.00000000.00000000; en formato decimal: 255.255.0.0; y en formato "barra": /16; esta subred podría incluir hasta 65534 equipos con sus respectivas direcciones IP.

Paquete de voz: Se trata de paquetes de datos señalizados en su cabecera IP, en el campo "Type Of Service" como "paquetes de voz", con el fin de que sean únicamente tratados por aquellos dispositivos configurados para tratar este tipo de paquetes, evitando así saturar el resto de elementos de la red.

PoE: El acrónimo PoE, Power over Ethernet, proviene de la capacidad que se ha desarrollado de alimentar ciertos aparatos que necesiten un relativo voltaje bajo, teléfonos, webcam, puntos de acceso WiFi... El cable Ethernet consta de 4 pares de hilos de los cuales se utilizan solo 2 para la transmisión de datos, quedando otros 2 pares libres los cuales se aprovechan para transportar la energía de corriente continua de hasta 12 voltios.

Puerto: en este caso se hace referencia a puertos de red, cada interfaz que se utiliza para comunicarse a nivel de aplicación en una red. Por ejemplo HTTP, que sirve para intercambiar texto a través de la web, utiliza el puerto 80; mientras que Telnet, que sirve para manejar un ordenador de manera telemática, utiliza el puerto 23.

Root: se denomina usuario root al usuario el cual tiene todos los privilegios y permisos para administrar un cierto equipo, su traducción podría asimilarse a usuario administrador.

Router: Dispositivo informático que trabaja en la capa de red del protocolo TCP/IP permitiendo la interconexión de las diferentes redes en las que se integran, mediante el enrutamiento bien estático, bien dinámico de los paquetes de datos que trata. Por lo general, los elementos que cuelgan del router, junto con dicho router forman una red de área local, LAN, mientras que dos router entre sí forman una red de área extensa, WAN.

Softphone: software informático que simula un teléfono y puede incluir funciones de videoconferencia o multiconferencia. Debe estar registrado en una centralita de telefonía IP.

Trama: En el caso mencionado en el trabajo, se refiere al segmento de una comunicación satélite desde que se emite por el terminal satélite hasta que se recibe en el mismo o en otro terminal satélite destino. De este nombre surge que las comunicaciones satélite se representen de forma esquemática mediante una trama discontinua.

Troncal: hace referencia al enlace que interconecta dos centrales telefónicas y por el que se unifican las llamadas externas para un mejor y más eficiente transporte de los datos. En el caso de la telefonía IP estos troncales pueden soportar hasta 30 canales simultáneos.

Virtualizar: en el caso de este trabajo se habla siempre de virtualización de sistemas operativos. Se trata de, mediante un software específico, poder tener varios ordenadores virtuales en una sola computadora física. Los distintos ordenadores virtuales aprovechan el hardware de la máquina física para realizar sus correspondientes tareas. A los ordenadores virtuales se les llama también máquinas virtuales.

WANPG: la red de propósito general, es una intranet del Ministerio de Defensa a la que están conectados equipos normalizados que se registran en un servidor. Esta red proporciona entre otros servicios mensajería oficial, aplicaciones de ofimática, mensajería personal, así como acceso a los diferentes sistemas de gestión de los ejércitos.

Las palabras explicadas en el glosario aparecerán en cursiva en el texto la primera vez que sean mencionadas. Así mismo contienen un hipervínculo que enlaza con dichas palabras en cursiva del texto.
--

1. INTRODUCCIÓN.

Debido a que la Red Básica de Área ha quedado obsoleta ya que sus frecuencias de uso han pasado a dominio comercial, la telefonía IP o VoIP ha tomado el relevo de las comunicaciones telefónicas en el Ejército de Tierra. Este avance, aunque forzado por las circunstancias y la necesidad de tener un sistema de telefonía en el teatro de operaciones, presenta ciertas ventajas que ni la RBA ni la telefonía clásica son capaces de ofrecer: capacidad de transferencia de datos, posibilidad de realizar videoconferencias, multiconferencias, flexibilidad de los usuarios a la hora de registrar los teléfonos...

El estado actual de las unidades del Ejército de Tierra con respecto a la VoIP no podría ser más diverso ya que al no haberse regulado desde el principio la adquisición de medios de telefonía IP, cada unidad ha escogido adquirir y utilizar aquellos que ha creído conveniente. La mayoría de las unidades de Transmisiones ha acabado implementando uno de estos dos sistemas o soluciones comerciales: Cisco, software con licencia y por tanto de pago; Asterisk, software libre sin necesidad de pago de licencia. Debido a esto se produce una situación de imposibilidad de interoperar a nivel Ejército de Tierra los diferentes sistemas de VoIP.

1.1 OBJETIVOS.

Se plantea el estado y la configuración de los sistemas de telefonía IP existentes en la Compañía de Transmisiones de La Legión, así como la integración de sistemas VoIP diferentes en una única red y con la Red de Telefonía Conmutada externa. En concreto se plantean los siguientes objetivos:

- Configurar y enlazar dos *centralitas IP* Asterisk con el fin de simular el enlace entre dos Puestos de Mando diferentes.
- Configurar las antenas Ubiquiti para materializar el enlace de la red VoIP entre los Puestos de Mando.
- Estudiar las áreas a mejorar en la red VoIP existente en la Compañía de Transmisiones de La Legión con el fin de utilizar posteriormente herramientas de análisis de la calidad para priorizar aquellas áreas que tengan mayor potencial de mejora.
- Configurar las centralitas IP Asterisk y CallManager para su integración en una única red VoIP.
- Realizar medidas comparativas de la calidad de servicio. Se medirán diferentes parámetros que reflejan la calidad de la llamada en los casos de llamadas internas de la red VoIP y llamadas externas desde la red VoIP a la RTC.

5.1 METODOLOGÍA.

En cuanto a la metodología seguida en el presente trabajo, en el inicio se ha basado en la recopilación de datos sobre fundamentos y funcionamiento de la VoIP, acompañado de la búsqueda de información sobre los aspectos formales que requería el trabajo.

En una segunda fase, y aprovechando la disponibilidad de la Compañía de Transmisiones de La Legión, se ha evaluado el material de VoIP que dicha unidad poseía y la forma en la que lo utilizaba. Para realizar esta evaluación se han realizado encuestas a cinco personas, con experiencia en diseño y configuración de redes VoIP y destinadas en la Compañía de Transmisiones de La Legión (Ciatransleg), con el fin de obtener una visión de los requisitos que un usuario espera de una red VoIP y contrastar la situación actual de la Ciatransleg en cuanto al cumplimiento de dichos requisitos obtenidos. Con los datos obtenidos de dichas encuestas, se puso en contraste la actividad de la Ciatransleg con diferentes unidades de Transmisiones del Ejército de Tierra mediante un Despliegue Funcional de la Calidad, QFD, comparando los diferentes requisitos funcionales con los requisitos deseados por los usuarios. Las conclusiones de dicho QFD resultaron en una serie de áreas a mejorar y la prioridad de mejora de estas.

Así mismo se realizaron distintas pruebas de conexión y configuración con los medios facilitados por la Ciatransleg, con el fin de llevar a cabo la *virtualización* de las centralitas IP e intentar la integración de dos diferentes centralitas IP como son Asterisk y CallManager, esta última propiedad de la empresa Cisco. Para ello, se dispuso de un switch de capa 3 que permitía realizar las funciones de enrutamiento de los paquetes de datos, dos teléfonos IP y dos *softphones*. Dichas pruebas fueron llevadas a cabo primero en ambiente de laboratorio y posteriormente simulando un Centro de Transmisiones desplegado en el campo de maniobras.

Finalmente, utilizando el software de captura de tráfico Wireshark se realizaron medidas en la calidad de servicio mediante la aplicación de filtros a los paquetes que el software capturaba. Una vez los paquetes eran filtrados se analizó los parámetros de calidad de servicio para concluir como estos afectaban a la calidad de la llamada.

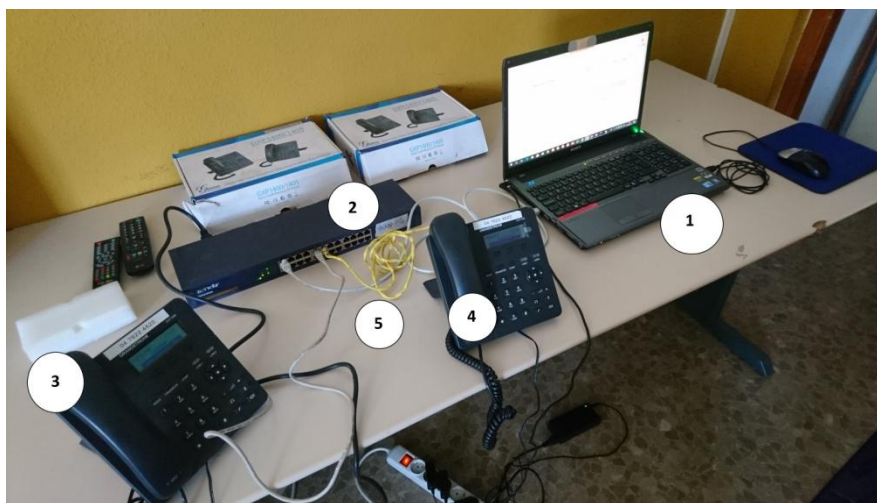


Ilustración 1: Montaje en laboratorio para la realización de las pruebas de VoIP.

La centralitas virtualizadas, junto con un softphone, corren en el portátil(1), el cual a través del switch (2) se comunica con los teléfonos IP (3 y 4). Todos los elementos se interconectan a través de cable Ethernet RJ-45 (5).

2. QUE ES LA TELEFONÍA IP Y COMO FUNCIONA.

La telefonía IP, es un tipo de telefonía que se basa el protocolo de Internet TCP/IP. A nivel de funcionamiento, la telefonía clásica utiliza lo que se denomina *conmutación de circuitos*, en una llamada se establece un circuito entre dos centrales telefónicas cercanas a cada usuario y se mantiene el tiempo que dure la llamada, por este circuito viajan todos los *paquetes de voz*. Sin embargo en la telefonía IP, su funcionamiento a nivel físico se basa en señales digitales. Estas señales se componen de paquetes de voz que viajan por la red de manera independiente, cada uno por un camino hasta llegar a su destino. [1]

Para ello es necesario que la señal acústica que recoge el micrófono del teléfono sea transformada a una señal digital, lo que se denomina digitalización. En la ilustración 2 se muestra un esquema de este proceso.

Dicha digitalización consta de tres procesos ordenados temporalmente: [2]

- Muestreo: se toma un número de muestras del nivel de amplitud que tiene la onda analógica en los distintos instantes del tiempo. Es importante remarcar que la frecuencia de muestreo tiene que cumplir con el Teorema de Nyquist-Shannon, el cual dice que una forma de onda analógica es totalmente recuperable a partir de sus muestras si cumple que la frecuencia de muestreo es mayor que dos veces la frecuencia más alta que contenga la onda.
- Cuantificación: se mide el nivel de voltaje de las muestras y se asignan a diferentes intervalos de valores para darles un nivel de salida único. Incluso en el caso ideal, al realizar este proceso se introduce el denominado error de cuantificación al igualar el nivel de las muestras con el nivel de cuantificación más próximo. Dicho error de cuantificación se puede reducir cuanto mayor sea el número de intervalos de cuantificación, sin embargo esto requiere de un mayor ancho de banda al necesitar un mayor número de símbolos a utilizar. Al final de este proceso la señal ya es digital.
- Codificación: en este proceso se traducen los distintos valores obtenidos en la cuantificación a código binario mediante un patrón preestablecido basándose en el *álgebra de Boole*. Existen distintos tipos de codificación: NRZ, RZ, AMI, HDB3...

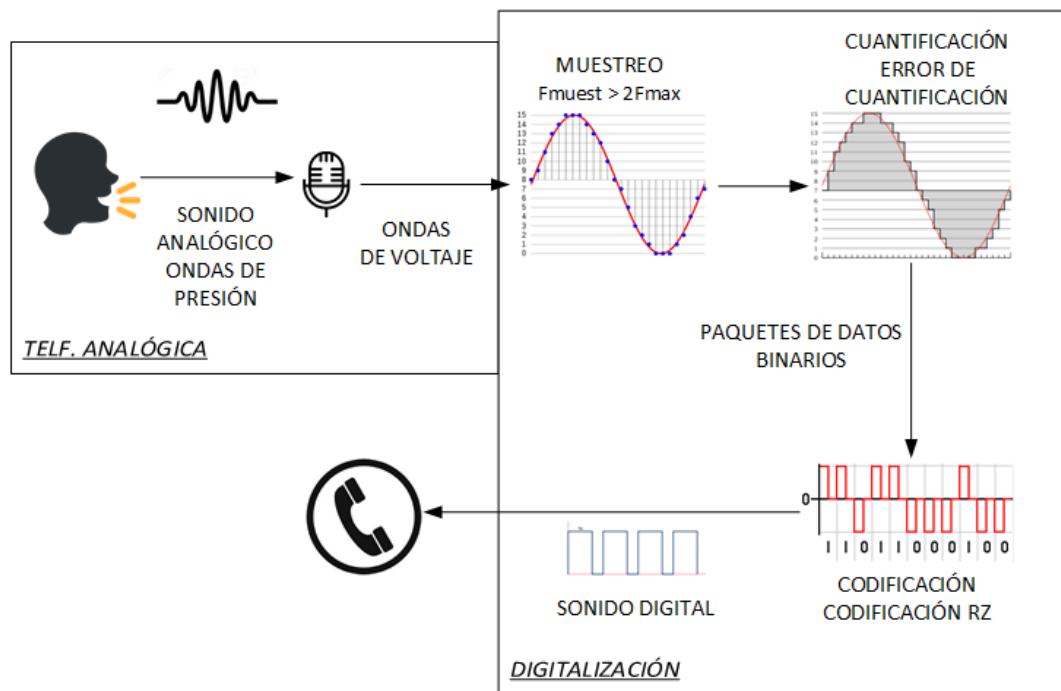


Ilustración 2: Esquema del proceso de digitalización de la voz. Se muestra paso por paso el proceso que sufre la voz humana desde su naturaleza como onda analógica hasta su conversión final en sonido digital. Se puede observar como la primera etapa es realizada de igual forma por ambos tipos de telefonía.

Esta información se divide en paquetes a los que se les añade una *cabecera* con una dirección origen y una dirección destino. Estas cabeceras son añadidas según el protocolo TCP/IP ya que los paquetes van a viajar por Internet de forma independiente por caminos diferentes y es necesario identificar cada paquete para su posterior reensamble y saber hacia dónde van y de donde vienen. Este protocolo marca también el tamaño que ha de tener cada paquete y el orden de dichos paquetes.

Una vez los paquetes cumplen las reglas del protocolo TCP/IP, se les aplica el correspondiente códec de audio para codificar y reducir el tamaño que ocupa la información antes de enviarla. El códec más utilizado es el G.711 que está especificado para las frecuencias en las que trabaja la voz humana y tiene un flujo de datos de 64 Kb/s. También existen otros códecs que se utilizan en función de las condiciones de la red. Los dos métodos principales de codificación son el A-law, utilizado en Europa, y el μ -law utilizado en Japón y Estados Unidos.

Los paquetes ya codificados se envían por Internet a su destino. Es aquí cuando el protocolo SIP realiza señalización de los paquetes indicando cuales se encargan del establecimiento de la llamada. Una vez llegan los paquetes al receptor, se reconstruye la señal digital gracias a la información que las cabeceras IP contienen y se produce el establecimiento de la llamada. Mientras la llamada está en curso y los interlocutores hablan, los protocolos RTP y RTCP son los encargados de mantener el flujo de información. Una vez se finaliza la llamada el protocolo SIP interviene para señalar el fin del intercambio de información. Es importante señalar que durante el tiempo que los interlocutores están hablando, en el teléfono del receptor se convierte la señal digital a la forma de onda analógica de la voz del emisor, con su correspondiente error de cuantificación. [3]

En el anexo I se puede apreciar con detalle el intercambio de paquetes de señalización SIP durante una llamada.

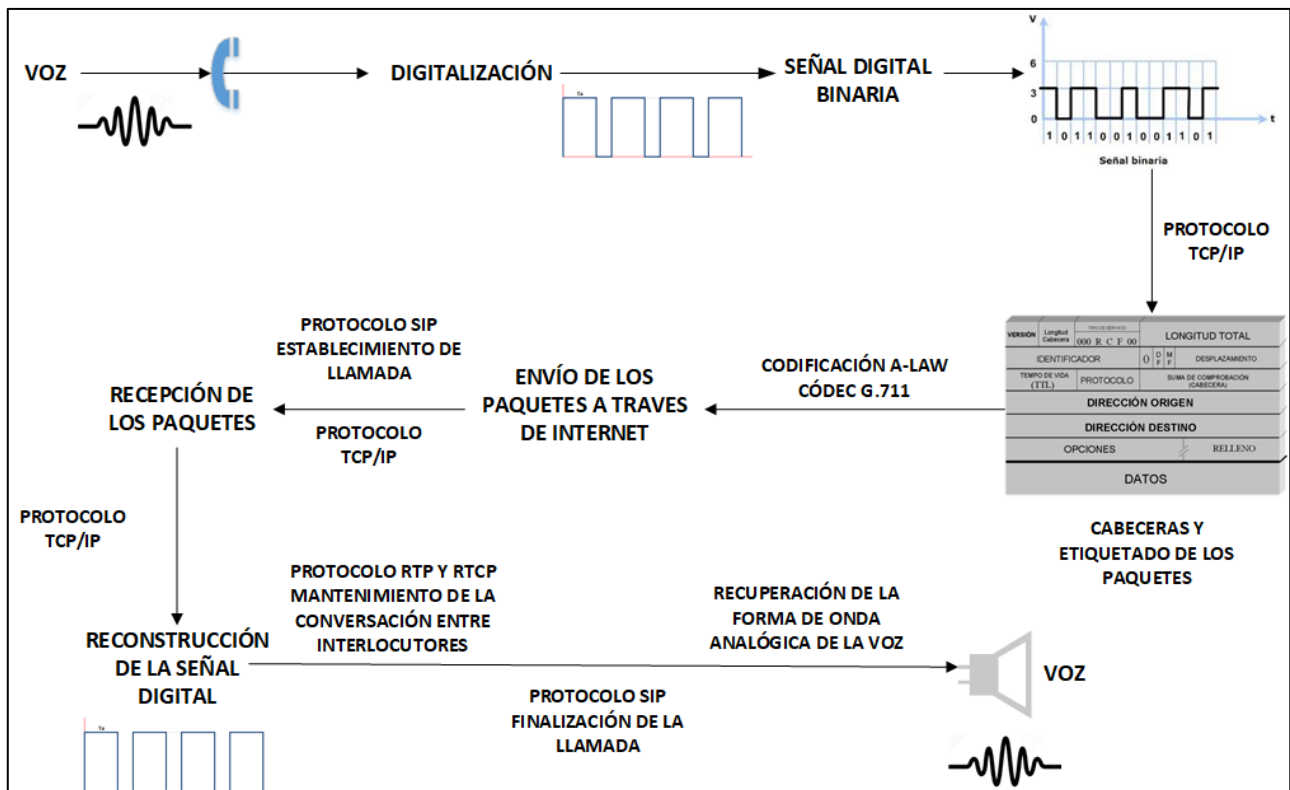


Ilustración 3: Procesos que sufre la información desde que sale de la voz del emisor hasta que llega al oído del receptor. En este esquema se pueden apreciar los distintos procesos que sufre la información. Siendo primeramente una onda analógica y pasando a ser una señal digital binaria tras la digitalización. Posteriormente el protocolo TCP/IP se encarga de empaquetar y añadirle la cabecera a los distintos paquetes de datos. Estos se codifican y se envían a través de Internet siguiendo el protocolo TCP/IP junto con la señalización de establecimiento de llamada del protocolo SIP. Una vez se reciben los paquetes se lleva a cabo a la reconstrucción de la señal digital y se establece la comunicación. Los protocolos RTP y RTCP se encargan de mantener la conversación y el flujo de información. Una vez se finaliza la llamada el protocolo SIP se encarga de señalar la finalización.

A nivel de protocolos comerciales cabe destacar que cada empresa desarrolla el suyo propio si bien el protocolo SIP es interoperable con todos los demás [4]. La empresa Cisco, una de las punteras en VoIP, desarrolló el protocolo SCCP basado en el intercambio de mensajes entre la centralita telefónica, CallManager para la empresa Cisco, y los terminales telefónicos. Se trata de un protocolo comercial y por tanto de uso exclusivo de Cisco con el consiguiente precio que conlleva. También existe el protocolo IAX2, segunda versión del protocolo IAX, que es de código abierto y es utilizado por la plataforma de VoIP Asterisk.

A nivel de terminales telefónicos la diferencia es grande entre la telefonía tradicional y VoIP ya que un teléfono IP necesita de un *firmware* y parámetros cargados de fábrica para poder obtener una dirección IP y entender los distintos protocolos, mientras que un teléfono clásico no requiere de ningún software de base para poder funcionar, simplemente la configuración que le permita recibir y enviar los distintos tonos y la alimentación para poder funcionar. En

este sentido, el usuario de VoIP ya no necesita expresamente un teléfono para poder comunicarse, existen los denominados softphones que son un software que corre en un ordenador simulando un teléfono IP y que realiza las mismas funcionalidades que pueda realizar un terminal físico. Existe también un adaptador para teléfonos analógicos que permite convertir la señal a digital e integrarlos dentro de la red de VoIP, son los denominados ATA, también llamados gateway o FXS.

2.1 LA CALIDAD EN EL SERVICIO, QoS.

La calidad de los servicios, QoS, son el grupo de herramientas que garantizan que la información se transmite de la manera que se desea. Son varios los problemas que afectan a la VoIP que la telefonía clásica no experimenta [5]:

- El "**Jitter**" o la fluctuación del retardo, causado por el hecho de que la red no está orientada a conexión y por tanto los paquetes, los cuales siguen rutas independientes hasta su destino, sufren distintos tiempos de retraso. A este efecto contribuyen la congestión de la red y las pérdidas de sincronización. Para paliar este efecto, las herramientas de QoS aplican el *jitter buffer*, una cola de espera para los paquetes en la cual si el buffer es pequeño el retraso será menor pero la pérdida de paquetes será mayor, sin embargo si el buffer es más grande el retraso será mayor pero se perderán menos paquetes.
- La **latencia**, un problema general en cualquier red de telecomunicaciones que está condicionado por la distancia del enlace. En este sentido, los enlaces satélites son los que mayor latencia sufren debido a la gran distancia que recorre la información desde el origen hasta el destino. Para la comunicación de voz, este problema se traduce en que las conversaciones "se pisan", el oído humano es sensible a latencias a partir de 250 ms lo que hace que la conversación se vuelva molesta. Las posibles soluciones implican a todos los equipos que forman la red, la asignación reservada de un determinado ancho de banda de punto a punto o marcar los paquetes de voz en el apartado Type Of Service de la cabecera IPv4 con prioridad máxima.
- El **eco**, en la VoIP suele producirse por una reflexión retardada de la señal acústica, lo que es agravado por el mayor retardo que sufre la telefonía IP respecto de la clásica. En este problema no solo afecta el retardo del eco sino también la intensidad de este. Las herramientas QoS que se utilizan en este caso suelen ser supresores de eco, cuyo funcionamiento es convertir por momentos la línea *full-dúplex* en *half-dúplex* impidiendo así que haya tráfico en los dos sentidos, y canceladores de eco, los cuales guardan en memoria la información de la onda que mandan y si reciben de vuelta algo similar atenuado y con ruido lo descartan, necesitan un mayor tiempo de procesamiento por lo que implica un aumento del retardo.
- La **pérdida de paquetes**, al ser UDP el protocolo de transporte utilizado ya que es un intercambio en tiempo real, los paquetes perdidos no se reenvían. Sin embargo recomponer la forma de onda de la voz es bastante fácil, pero el problema surge de la pérdida de ráfagas de paquetes. La pérdida máxima de paquetes tolerada depende del códec utilizado pero debe ser inferior al 1%, es decir afecta en mayor medida a la comunicación en función del códec que se utilice. La técnica más eficaz para evitar

este problema es no transmitir los silencios, una conversación entre dos personas está llena de momentos de silencio que congestionan la red y saturan el buffer.

La combinación de todos estos parámetros hace que la telefonía clásica todavía mantenga una calidad de voz mayor que la telefonía IP, aunque en la mayoría de los casos es insignificante. Así mismo también los tiempos de latencia en la VoIP pueden afectar a la calidad de la llamada, mientras que la telefonía clásica no tiene retardo.

3. ESTUDIO Y CONFIGURACIÓN DE LAS REDES VoIP DE LA COMPAÑÍA DE TRANSMISIONES DE LA LEGIÓN.

Este trabajo se ha realizado en la Brigada "Rey Alfonso XIII" II de la Legión evaluando la situación actual en cuanto al uso y configuración de la VoIP por parte de la Compañía de Transmisiones.

La Ciatransleg utiliza tanto la solución comercial Asterisk, debido a que se trata de un software de código abierto y por tanto configurable desde su código de programación; como Cisco, utilizada por la Sección de Satélite para despliegues que requieren un enlace a gran distancia. Cada solución comercial constituye una red de VoIP diferenciada de la otra y , a priori, sin posibilidad de interoperar ambas redes.

3.1 RED VoIP BASADA EN ASTERISK.

A continuación se detalla cada elemento de la red de VoIP basada en Asterisk y sus respectivas configuraciones:

- **Centralita IP Asterisk:** Se trata de un máquina virtual que se ejecuta en un ordenador como si fuera un servidor. Se encuentra de manera redundante de forma que en el ordenador hay hasta tres clones de la máquina virtual que alberga la centralita telefónica. De esta forma si la máquina virtual se cerrase de repente o la centralita se quedara colgada, rápidamente entraría a funcionar un clon de la anterior máquina evitando así que el puesto de mando se quedase sin servicio de telefonía. En ella se registran los teléfonos y se establecen los *troncales* necesarios para la realización de las llamadas.

Para afiliar los teléfonos se utilizarán extensiones del tipo PJSIP o SIP, que es la más adecuada para los teléfonos que se utilizan en la Ciatransleg. Se establecen unas determinadas extensiones previamente planeadas y a cada extensión se le añade el nombre del usuario que opera dicha extensión. Además es posible añadirle una clave para evitar que un usuario sin permiso pueda cambiar la configuración del teléfono. En las ilustraciones 4 y 5 se pueden observar los principales pasos en la configuración de las extensiones telefónicas.

En la ilustración 6 se puede observar la configuración del troncal realizado para comunicar dos centralitas Asterisk.

La configuración detallada paso por paso tanto de extensiones como de los troncales se puede consultar en el anexo III. [6] [7]

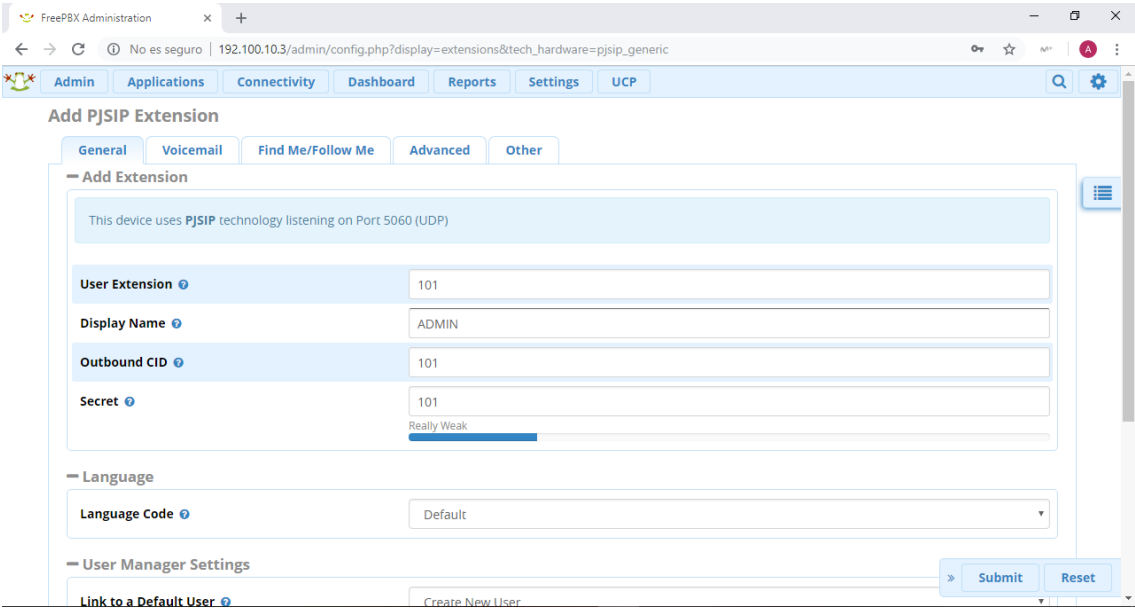


Ilustración 4: Captura de pantalla de la interfaz web de Asterisk durante la afiliación de un teléfono. En la captura de pantalla se puede observar los datos requeridos para la afiliación de una extensión del tipo PJSIP. La extensión que se le quiere asignar al teléfono, el nombre que aparecerá en la pantalla del teléfono, el número con el que aparecerá cuando realice una llamada y la clave a introducir para llevar a cabo configuraciones del teléfono.

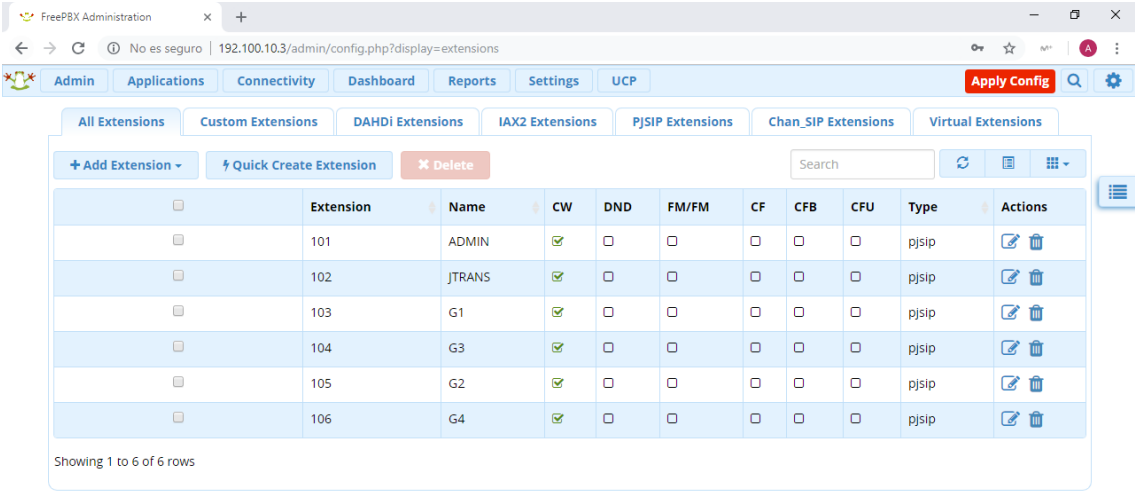


Ilustración 5: Captura de pantalla de la interfaz web de Asterisk simulando las extensiones que tendría un Puesto de Mando. En esta captura de pantalla se puede observar la pestaña en la que se muestran todas las extensiones registradas y configuradas en la centralita. Como se puede observar, simulan los usuarios que tendría un Puesto de Mando con sus respectivos números de extensiones, así como el tipo de extensión, PJSIP, que es.

FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=trunks&tech=IAX2

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Add Trunk

General Dialed Number Manipulation Rules **IAX2 Settings**

Outgoing Incoming

Trunk Name CTPCAV-CTPCREAR

PEER Details

```
[CTPCREAR]
host= 192.100.20.3
username= CTPCAV
secret= ASTERISK123
type= friend
allow= all
```

Submit Reset

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc.
FreePBX 13.0.131 is licensed under the GPL
Copyright© 2007-2019

SANGOMA

Ilustración 6: Captura de pantalla de la interfaz web de Asterisk en la que se muestran los detalles de la configuración de un troncal IAX2. En esta captura de pantalla se puede observar la configuración necesaria para establecer un troncal del tipo IAX2. Este tipo de troncal se realiza para la comunicación entre dos centralitas Asterisk. Es necesario siempre indicar la dirección IP de la centralita con la cual vamos a establecer el troncal. Además es necesario que ambas centralitas trabajen con los mismos códecs para que la comunicación sea posible.

- Teléfonos IP Grandstream:** Se trata de los modelos GPX 1400/1405 y los teléfonos DECT DP 720 que hacen las veces de teléfonos inalámbricos IP, los cuales funcionan de forma similar a la telefonía móvil. La estación base, DP 750, a la que se afilian los teléfonos, funciona como un sistema celular de radiofrecuencia de un radio de cobertura de entre 25 y 100 metros.

Una vez registrados en la centralita Asterisk, se accede mediante interfaz web a la configuración de los teléfonos y se configura la cuenta con la que se registran, "Account 1". En "General Settings" se configuran los siguientes parámetros: Account Active: yes; account name: el nombre que se le quiera asignar a la cuenta; SIP server: IP de la centralita; SIP user ID: extensión que se le quiere asignar al teléfono; Authenticate ID y Authenticate Password: los definidos anteriormente en la centralita; name: nombre que aparecerá en el display del teléfono.

La configuración paso por paso de los teléfonos Grandstream, tanto GPX 1400/1405, como los DECT se encuentra en el anexo II.
- Switch:** Se trata de un elemento que opera en la capa de enlace y no necesita que se le configure ningún destino para los paquetes de datos ya que envía estos en función de la MAC destino que lleve cada paquete en su cabecera IP. Interconecta todos los teléfonos con la centralita Asterisk y estos elementos a su vez con el *router*. Todas las conexiones se materializan mediante cable Ethernet RJ-45.
- Router:** Su principal cometido es *enrutar* los paquetes de datos hacia la antena Ubiquiti y que lleguen al router del otro puesto de mando. Su configuración es básica, es necesario establecer una ruta estática que indique a los paquetes la subred que deben alcanzar y que interfaz deben utilizar para ello. En este caso se utiliza como

interfaz un puerto FastEthernet conectado a la antena Ubiquiti para que esta reciba los paquetes del router.



Ilustración 7: Captura de pantalla de la interfaz web de la configuración de los teléfonos Grandstream GPX 1400/1405. En esta captura de pantalla se puede observar los parámetros necesarios a introducir para configurar la cuenta con la que se registran los teléfonos Grandstream GPX 1400/1405. Es muy importante rellenar bien la dirección IP del servidor SIP y el "SIP User ID" ya que de ser erróneos el teléfono no se registrará.

- **Antena Ubiquiti:** Se trata de una antena cuyo funcionamiento se basa en el estándar WiFi 802.11ac. En este caso se trata del modelo AG-HP-5G27, cuyas características fundamentales son su banda de trabajo en torno a los 5 GHz, su ancho de banda de más de 100 Mb/s y su ganancia de 27 dBi que le permite tener un alcance en visión directa de hasta 30 kilómetros de distancia. Tiene diferentes modos de funcionamiento como son el modo router, en el cual la propia antena realiza las funciones de router; modo bridge o transparente, en el cual la antena no altera los paquetes de datos sino que simplemente se dedica a difundirlos por el radioenlace; y modo punto de acceso para que esta dependa de otra antena "estación".

En las ilustraciones 8 y 9 se muestran los dos pasos fundamentales en la configuración de las antenas Ubiquiti para el enlace entre dos Puestos de Mando.

En la pestaña "Wireless" se configuraría como estación o punto de acceso y se marcaría la opción "WDS". En cuanto a la seguridad, se podría establecer una contraseña en modo WPA2-AES o PSK.

En la pestaña "Network" se configuraría el modo como "bridged". Es importante seleccionar la opción de IP estática e introducir la dirección IP que se tenga establecida; en *máscara de red* se deberá introducir una /30 si se desea que la conexión sea punto a punto, es decir 255.255.255.252, ya que este direccionamiento solo permite que en la red haya dos dispositivos, véase las dos antenas que forman el enlace, impidiendo así que cualquier otro dispositivo no deseado se introduzca en la red. La puerta de enlace se dejará en blanco. Se debe comprobar que una antena esté configurada como estación y la otra como punto de acceso. En el anexo IV se recoge una guía rápida de configuración de las estaciones base que dan soporte a las antenas Ubiquiti. [8] [9]

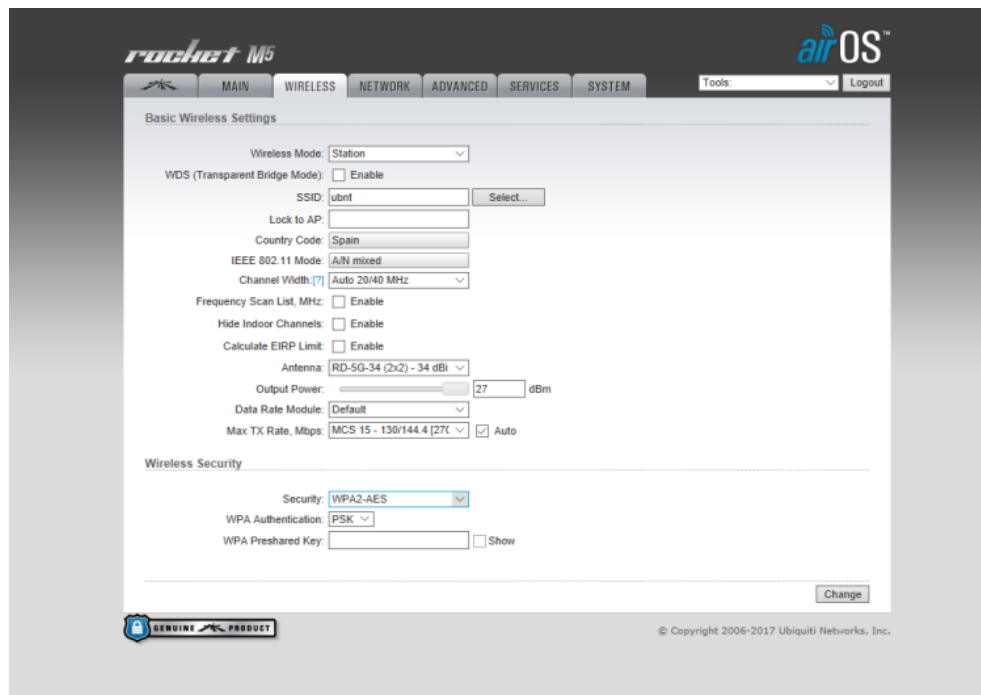


Ilustración 9: Captura de pantalla de la interfaz web de configuración de la antena Ubiquiti. En esta captura de pantalla se puede observar la configuración de los parámetros de la red inalámbrica que la antena crea para comunicarse. Se puede seleccionar si la antena está en modo estación o punto de acceso; el nombre de la red WiFi que crea (SSID) y el tipo de seguridad que se desea aplicar a la red.

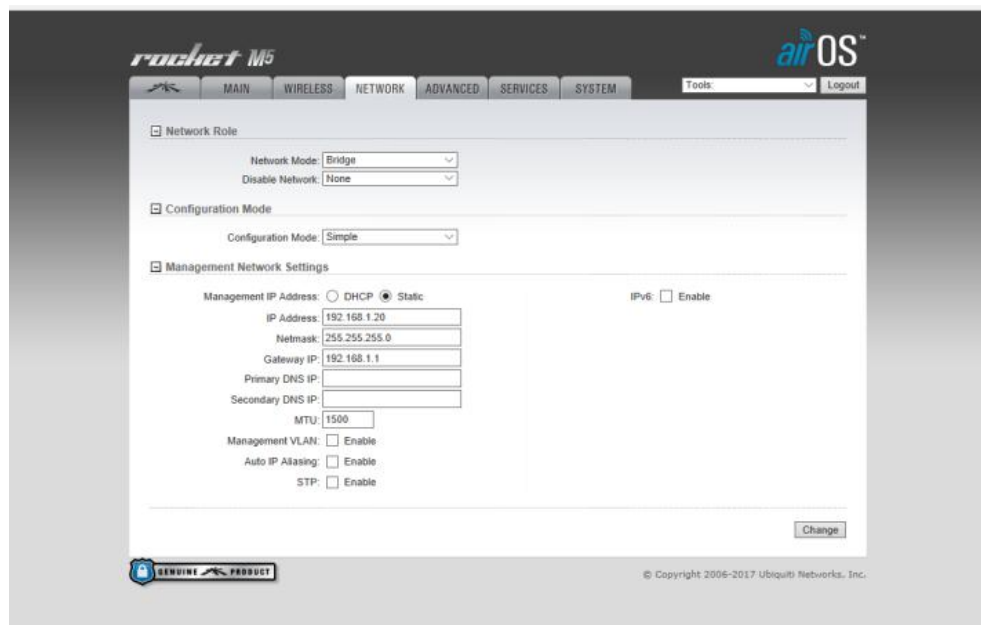


Ilustración 8: Captura de pantalla de la interfaz web de configuración de la antena Ubiquiti en la pestaña "Network". En esta captura de pantalla se puede apreciar la configuración de red que tiene la antena para poder enlazar con su pareja situada en el otro Puesto de Mando. En esta pestaña se define el modo de trabajo de la antena, si su direccionamiento IP será estático o dinámico, su dirección IP en caso de ser estático y su puerta de enlace.

En la ilustración 10 que se muestra a continuación, se puede observar la arquitectura de red de VoIP que habría en un enlace entre Puestos de Mando. En este caso se conectarían los teléfonos IP Grandstream al switch mediante cable Ethernet RJ-45. El switch distribuye los paquetes según la MAC asociada a cada dispositivo. Del switch saldría otro cable Ethernet RJ-45 hacia el ordenador que es donde está corriendo la centralita Asterisk y es donde se tratan todos los paquetes. La central trata la extensión hacia la que se quiere llamar y la compara con las admitidas por el troncal y con las propias extensiones internas. Si coincide con las extensiones admitidas por el troncal les añade a los paquetes la dirección IP de la centralita del otro Puesto de Mando como dirección destino y los envía al router con su dirección MAC destino. En caso de ser una llamada interna los paquetes se encaminarían mediante la MAC y no sería necesario que alcanzasen el router ya que el propio switch los distribuiría.

Así mismo, el switch se conectaría de la misma forma a un router el cual es el encargado de enrutar los paquetes hacia la otra subred. Una vez el paquete es encaminado por el router hacia la antena Ubiquiti, ambos elementos conectados también mediante Ethernet RJ-45, la configuración punto a punto y modo puente de las antenas permite enlazar mediante WiFi los dos puestos de mando. Este enlace es transparente tanto para el usuario como para los paquetes ya que no altera ni modifica ningún dato que contengan los paquetes.

Una vez llegados éstos al router del otro Puesto de Mando, éste comprueba si el rango de dirección destino de los paquetes coincide con el rango de la subred de dicho Puesto de Mando. En caso afirmativo envía dichos paquetes al switch con la diferencia de que la MAC destino que ahora tienen esos paquetes es la de la tarjeta de red del ordenador porque el router sabe que esa MAC corresponde a la dirección IP del ordenador y por tanto a la dirección IP destino de los paquetes. La centralita trata la información de los paquetes como el identificador de llamada, el códec que utiliza, la extensión hacia la que está dirigida la llamada... y en función de esta información devuelve los paquetes al switch indicando concretamente la MAC del teléfono al cual está dirigida la llamada.

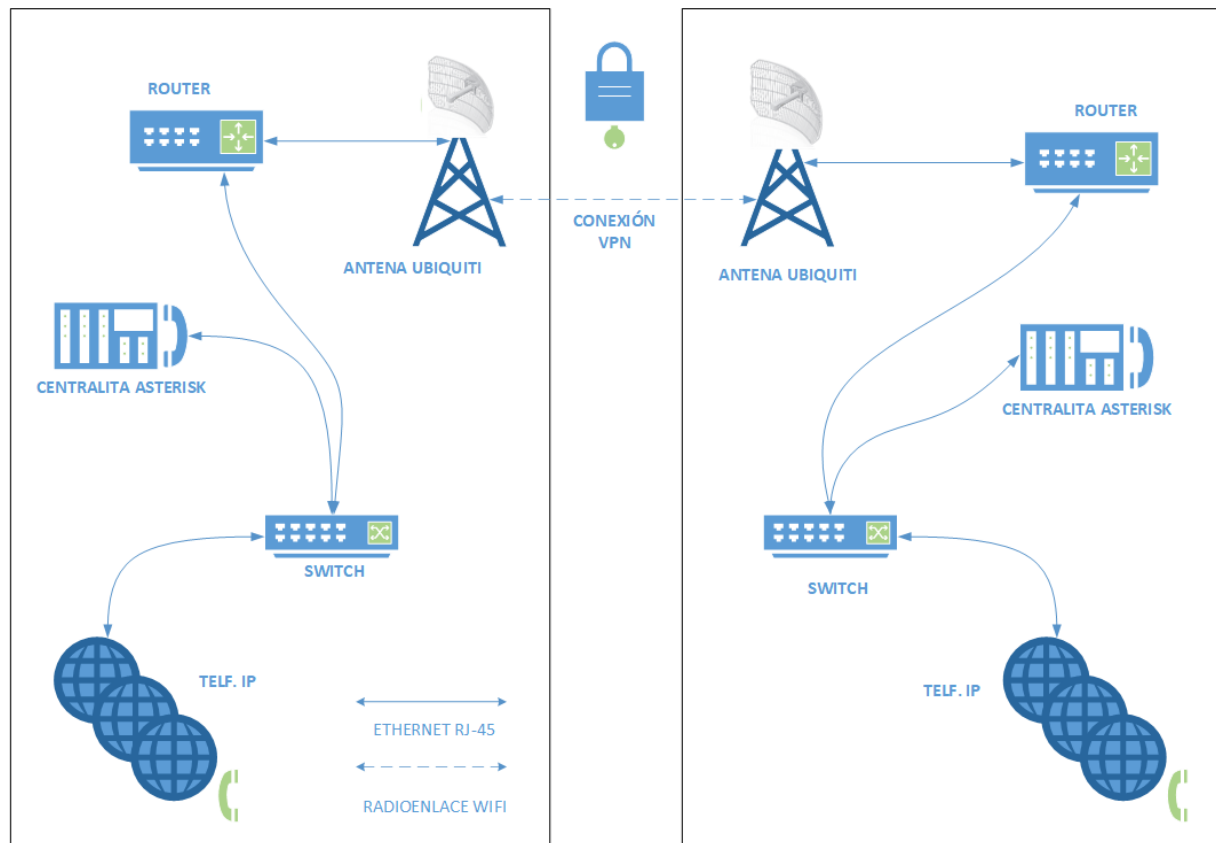


Ilustración 10: Arquitectura de red de los PC enlazados mediante Ubiquiti. La ilustración muestra de forma esquematizada la arquitectura que tendría una red de VoIP basada en Asterisk, que englobase dos puestos de mando. Las líneas continuas representan el cableado Ethernet RJ-45, mientras que las líneas discontinuas representan el radioenlace que generan las antenas Ubiquiti. Como se puede apreciar se trata de una arquitectura simétrica.

3.2 RED VoIP BASADA EN CISCO.

En el caso de la red VoIP de Cisco, utilizada por la Sección Satélite como anteriormente se ha mencionado, no se puede incluir la configuración de los elementos que componen dicha red ya que estos son configurados remotamente desde Madrid, estando prohibida su configuración desde los propios terminales satélite.

Para adaptar la red a las necesidades del despliegue es necesario remitir una petición previa a Madrid, especificando el número de teléfonos que se van a utilizar, sus extensiones y MAC. A dicha petición se le contesta indicando finalmente la cantidad de teléfonos que se autorizan a usar y la configuración que se le va a cargar.

Los elementos que componen la red VoIP de Cisco son los siguientes:

- **CallManager:** Se trata de la centralita de Cisco en la que quedan registradas las extensiones correspondientes a los teléfonos. En ella también se crean y registran los troncales realizados para conectar distintas centralitas. Esta centralita a su vez realiza las funciones de router para los paquetes de datos. En las pruebas llevadas a cabo se encontraba también virtualizada sobre un sistema operativo, con sus respectivos clones de respaldo por si pudiera fallar la máquina virtual utilizada en ese momento. Es importante saber que si se pretenden afiliar teléfonos de otra marca que no sean Cisco, la extensión y el troncal han de ser de tipo SIP. [10]

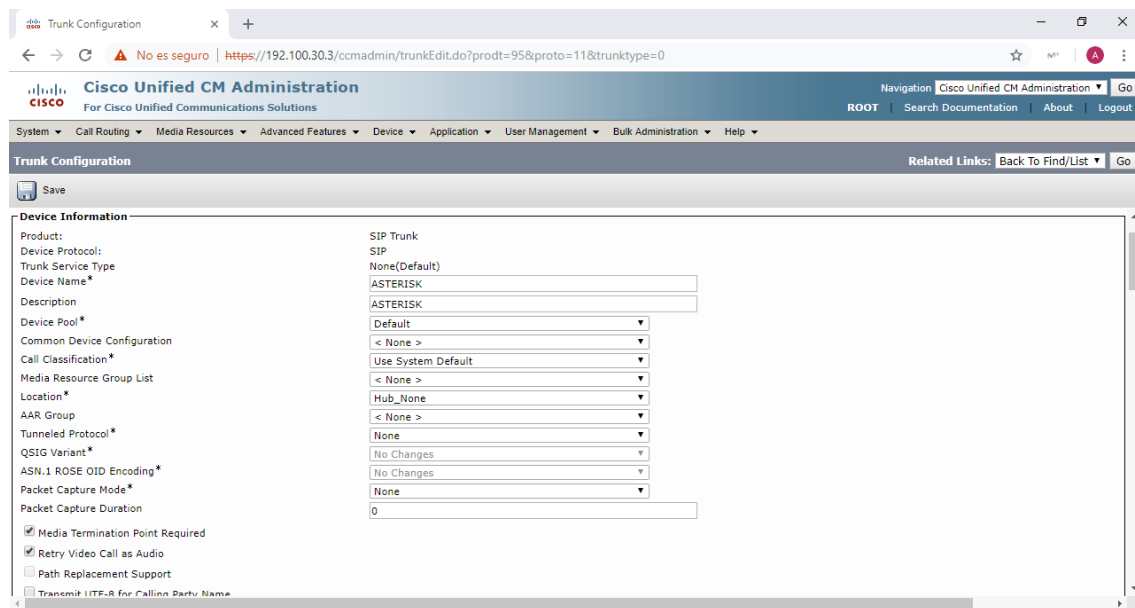


Ilustración 11: Captura de pantalla de la interfaz web de configuración del CallManager para la creación de un troncal. En esta captura de pantalla se puede observar cómo se configura un troncal SIP en el CallManager. Algunos aspectos a destacar son la necesidad de activar la casilla de "Media Termination Point" para que funcione, y seleccionar "Default" en la opción "Device Pool". También se pueden configurar otros parámetros con aplicación en una red VoIP empresarial que en el entorno militar no son necesarios.

- **Teléfonos IP Cisco:** Por lo general se suelen utilizar los modelos 7945 y 7960 los cuales no incorporan la posibilidad de realizar videoconferencia. Por ejemplo, el modelo 9951 incorpora una cámara que permite realizar videollamadas. Como se ha explicado anteriormente, la configuración de los teléfonos viene ya dada e introducida en el CallManager. Simplemente se necesita afiliar los teléfonos al CallManager con su correspondiente MAC y extensión y el teléfono carga la configuración que le está asignada. Es posible integrar en una misma red teléfonos que usen protocolo SIP, como pueden ser los Grandstream, y teléfonos Cisco, pero es necesario realizar a éstos últimos un cambio de firmware y cargarle el archivo de configuración correspondiente al protocolo SIP.
- **Switch:** Al igual que en la otra red, se trata de un elemento de capa de enlace que distribuye los paquetes según la MAC destino que tengan. Aun no siendo necesaria su

configuración está prohibido acceder a ella y modificarla ya que solamente puede ser configurado remotamente al igual que el CallManager.

- **Terminal satélite:** Se trata de la estación satélite ATQH con una capacidad total de 10 Mb y tres *tramas*, dos de ellas intrateatro.

Dichas tramas intrateatro funcionan sin necesidad que la comunicación satélite pase por la *estación de anclaje* de Torrejón o de Bermeja. Estas dos tramas se pueden utilizar para extender otros servicios que no sean VoIP o WANPG, así mismo se pueden utilizar para realizar gestiones remotas y monitorización de CallManager que se encuentren alejados. Sin embargo, aunque estas tramas no pasen por la estación de anclaje sigue siendo necesario realizar su correspondiente Solicitud de Acceso Satélite, SAS.

Para la VoIP es necesario utilizar la trama que conecta con la estación de anclaje ya que es de aquí desde donde se va a configurar remotamente los elementos de la red. Para cualquier comunicación satélite es necesario realizar la SAS, a la cual la estación de anclaje responde con la Autorización de Acceso Satélite, AAS, en la que se especifica los parámetros que se han concedido para la comunicación satélite: ancho de banda, franja horaria de emisión, coordenadas de apuntamiento, banda frecuencial de trabajo... Así como también la configuración que se va a implementar en el CallManager: número de teléfonos concedidos, extensiones asignadas, conexión a la RTC...

El ATQH funciona mediante un módem Paradise PD-25 que sube y baja de frecuencia la información para la emisión y recepción satélite respectivamente. De esta forma, los elementos de red como el CallManager o los teléfonos trabajan en banda L, de 1 a 2 GHz, y para mandar la información a través de la antena del satélite se aumenta la frecuencia de esta información hasta la banda X, de 8 a 12 GHz. Para la recepción el proceso sería el inverso.

La antena es auto desplegable e incluye el CAC para llevar a cabo el apuntamiento y la monitorización de los elementos que componen la antena.

En la siguiente ilustración se pueden apreciar los diferentes racks o cofres de los cuales dispone en el terminal satélite.

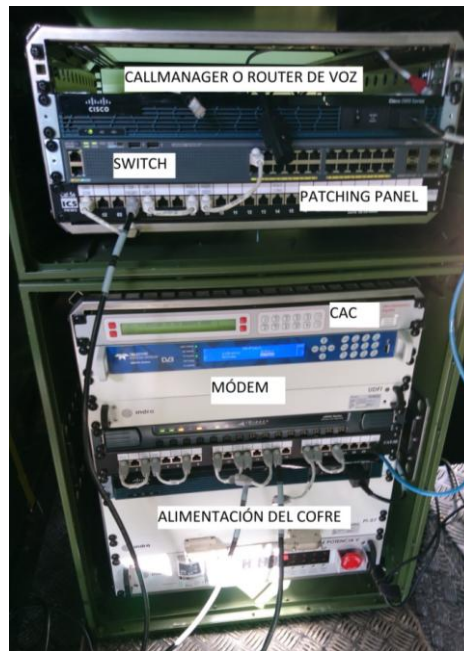


Ilustración 12: Disposición de los elementos de red de VoIP en el terminal satélite. Un terminal satélite tiene como norma general tres racks o cofres diferenciados. En esta fotografía se puede observar en la parte superior el cofre de voz compuesto por el CallManager, un switch y un patching panel. El cofre de la parte inferior es el cofre de alimentación y control que consta del CAC, el módem, un patching panel y el grupo de alimentación con su respectivo sistema de alimentación ininterrumpida.

En el caso del CallManager, el proceso de llamada es análogo al anteriormente explicado solamente en lo relativo a la capa dos, los teléfonos se conectan al switch y este directamente se conecta mediante Ethernet RJ-45 al CallManager, el cual actúa de router.

El CallManager trata la información de los paquetes que le llegan de los teléfonos y determina si se trata de una llamada interna o si la extensión a la que se quiere llamar corresponde con las admitidas por cualquiera de los troncales configurados. De igual forma que en la centralita Asterisk, si se trata de una llamada interna los paquetes se encaminan mediante la MAC sin necesidad de utilizar la conexión satélite. Si la llamada tiene que hacer uso del troncal, el CallManager envía los paquetes hacia el módem del terminal satélite mediante Ethernet RJ-45, poniendo como dirección IP destino la del CallManager del otro Puesto de Mando. Haciendo uso de la trama con la estación de anclaje, el módem convierte la información a banda X y la envía hacia el satélite en órbita que devuelve la información a la estación de anclaje, la cual comprueba la información y vuelve a mandarla al satélite. Este envía la información al otro terminal ATQH, cuyo módem convierte la información otra vez a la banda L que es con la que trabajan los equipos informáticos. El módem envía los paquetes al CallManager que asocia la extensión a la cual va dirigida la llamada con la MAC del teléfono que tiene dicha extensión y envía los paquetes a dicho teléfono.

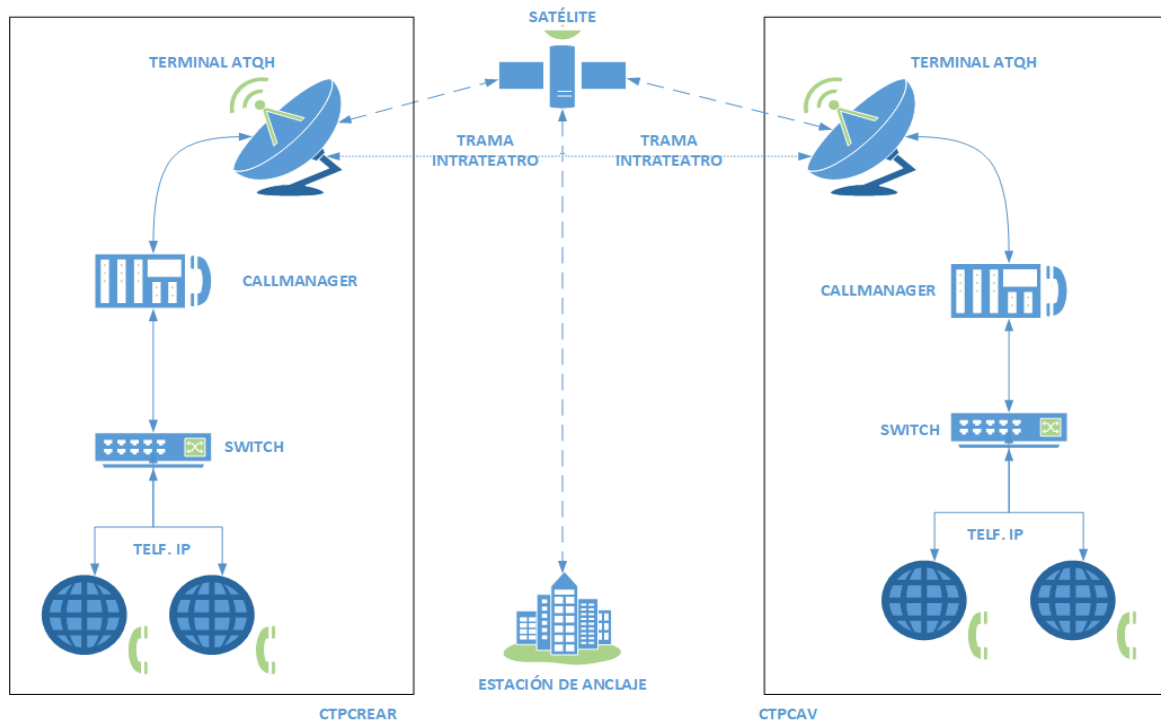


Ilustración 13: Arquitectura de la red VoIP Cisco enlazada por satélite. En la ilustración se pueden observar dos Puestos de Mando simulados enlazados mediante los terminales satélite ATQH y que integran una red VoIP basada en tecnología de Cisco. Las líneas continuas representan la materialización del enlace mediante cable Ethernet RJ-45. Las líneas discontinuas representan la trama satélite que enlaza los Puestos de Mando con la estación de anclaje. La línea discontinua de puntos representa las tramas intrateatro.

3.3 POSIBLES MEJORES A REALIZAR EN LA RED VoIP DE ASTERISK.

Para poder enfocar con mayor precisión los aspectos a mejorar de la Ciatransleg respecto a la red VoIP de Asterisk, se ha llevado a cabo un Despliegue Funcional de la Calidad o QFD.

Esta herramienta, también llamada "Casa de la Calidad", se compone de varios elementos que a continuación se explican:

- **Requerimientos del usuario e importancia para el usuario:** Se trata del elemento que se ubica en la parte central izquierda de la casa. Reflejan los requisitos que los usuarios entienden que son primordiales y la importancia que les dan a cada uno de ellos.
- **Requisitos funcionales y dirección de mejora:** Se trata del elemento central superior de la casa. Refleja las características que tiene la red VoIP adaptada al entorno militar y su dirección de mejora, si se quiere aumentar o disminuir dicha característica o simplemente si se quiere materializar el requisito. Dichos requisitos son elegidos por el que realiza el QFD.
- **Correlación entre requisitos funcionales:** Se trata del "tejado de la casa", una matriz con celdas en las que se indica si la correlación entre los distintos requisitos funcionales es positiva, negativa o no hay correlación alguna.

- **Evaluación competitiva del usuario:** Se trata de la parte central derecha de la casa. Representa una comparación a vista de los usuarios del nivel de implantación de los requisitos de los usuarios entre la Ciatransleg y otras unidades de Transmisiones.
- **Relación entre requisitos del usuario y requisitos funcionales:** Ocupa la parte central de la casa. Representa con valores el nivel de relación que hay entre los distintos requisitos. Estos valores se escogen de forma subjetiva utilizando como criterio las encuestas.
- **Clasificación de importancia técnica y orden de importancia:** Ocupa la parte central baja de la casa. Se trata de una clasificación de los requisitos funcionales en función de la suma de los valores de la relación entre requisitos. El orden de importancia es una valoración subjetiva de los usuarios de qué requisito funcional es el más importante para el funcionamiento de la red VoIP.
- **Evaluación funcional del usuario:** Ocupa la parte inferior de la casa. Se trata de una comparación entre la Ciatransleg y las unidades de Transmisiones seleccionadas del nivel de aplicación de los requisitos funcionales. Se establecen valores que indican el nivel de cumplimiento de estos requisitos funcionales y posteriormente se establecen distintos objetivos técnicos representados por valores a los que debería aspirar la unidad. Así mismo también se refleja mediante valores el nivel de dificultad que le supondría a la unidad alcanzar un determinado objetivo para un requisito funcional dado.

Esta herramienta, utilizada para procesos de diseño generalmente, se ha adaptado a la necesidades de la Ciatransleg estableciendo como elementos comparativos a otras unidades de transmisiones como son los Regimientos de Transmisiones, Compañías de Transmisiones de las Brigadas y Unidades de Transmisiones en Operaciones en el Exterior.

Para la obtención de los requisitos deseados por el usuario que debería tener una red de VoIP, se realizaron una serie de encuestas a personal dedicado a la VoIP y destinado en la Ciatransleg. De dichas encuestas, que se pueden consultar en el anexo V, se concluyó que los requisitos deseados que debería tener la VoIP son: capacidad de escalabilidad, interoperabilidad, bajo uso de ancho de banda, existencia de un servicio técnico disponible, latencia baja, capacidad de albergar configuraciones predeterminadas y capacidad para dar servicios adicionales.

Dichos requisitos deseados se confrontaron con los requisitos funcionales de una red VoIP adaptada al entorno militar, obteniendo el nivel de relación entre ellos. Cabe destacar que el requisito del usuario de mayor importancia es la interoperabilidad, mientras que el requisito funcional más importante es la facilidad de configuración. Como se puede apreciar existen requisitos funcionales que mantienen una correlación negativa como por ejemplo la capacidad de una centralita y su facilidad de configuración, es por ello que en estos casos se ha de buscar un punto intermedio que satisfaga ambos requisitos.

Fijando la vista en la comparación de la Ciatransleg con el resto de unidades de transmisiones respecto de los requisitos de usuario, se puede apreciar en la evaluación competitiva del usuario que la Ciatransleg se encuentra generalmente al nivel del resto de Compañías de Transmisiones de las Brigadas, llegando a estar por encima en apartados como el de baja

latencia debido a las herramientas de QoS que implementa la centralita Asterisk. Se puede apreciar que los Regimientos de Transmisiones están un nivel por encima de las Compañías de Transmisiones de las Brigadas debido a su mayor especialización y presupuesto. En la evaluación competitiva del usuario se puede apreciar un dato que puede llamar la atención, la optimización del uso del ancho de banda que se lleva a cabo en territorio nacional no se corresponde al que se realiza en zona de operaciones, esto es debido a que el ancho de banda reservado para las Unidades de Transmisiones en Operaciones Exteriores es mucho mayor que el que se asigna a las unidades cuando realizan maniobras en territorio nacional, y por tanto no es necesario emplear un control tan intenso sobre el ancho de banda.

Cabe mencionar el sesgo en cuanto a la recopilación de la información ya que la muestra tomada para la realización de las encuestas pertenecía a la misma unidad. Lo óptimo hubiera sido escoger como muestra a distintos individuos destinados en las diferentes unidades de Transmisiones reflejadas en el QFD.

Finalmente, las conclusiones que se pueden desprender de la realización de este QFD son:

- La Ciatransleg debe enfocar su esfuerzo en mejorar la escalabilidad de su telefonía IP debido a que la inercia de los ejércitos es montar cada vez Puestos de Mando con más usuarios.
- Lograr la interoperabilidad de los distintos sistemas de VoIP, para ello ayudaría en gran manera la adaptación del firmware de los teléfonos a los distintos protocolos que existen en la telefonía IP. Este requisito debería lograrse sin provocar un excesivo aumento de la dificultad de configuración de las centralitas IP. Es por ello que se debe buscar un punto medio entre interoperabilidad y facilidad de configuración.
- Objetivos como la adaptación de la red VoIP a entornos de guerra electrónica o la adaptación a diferentes arquitecturas de red han de ser objetivos secundarios debido a la gran complejidad que entraña su consecución, centrándose en objetivos más importantes y de mayor facilidad de consecución como los dos anteriormente mencionados.
- La optimización del uso del ancho de banda es una preocupación para los usuarios cuando realizan despliegues en maniobras de carácter nacional. Se trata de un requisito que choca con la escalabilidad de la red y que es necesario tener muy en cuenta a la hora de realizar futuras mejoras en la capacidad de la centralita ya que una centralita con gran capacidad para teléfonos es inservible si el ancho de banda no es el necesario para que la información fluya correctamente.

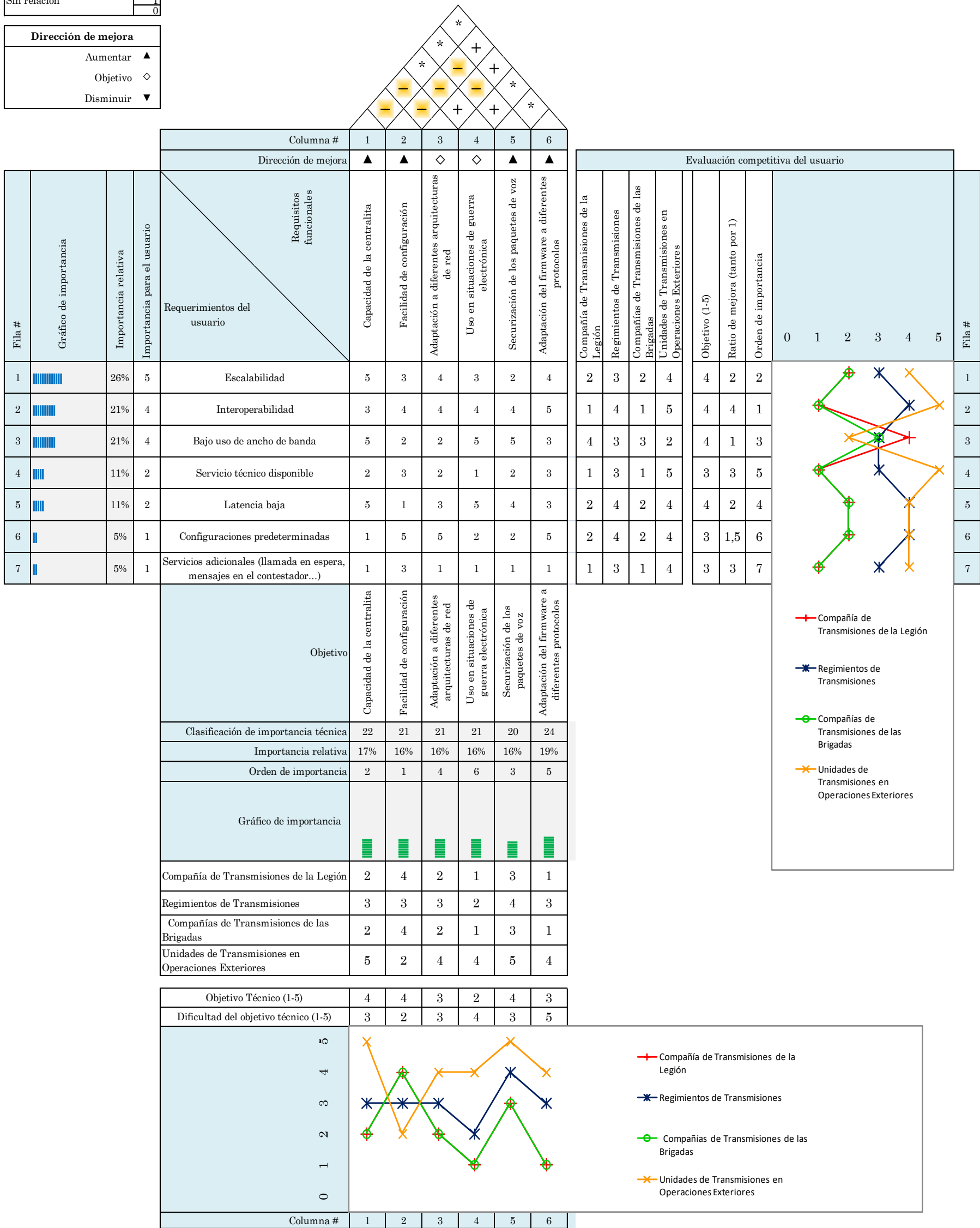
QFD: Casa de la calidad

Proyecto: Situación de la Ciatransleg respecto a otras unidades de Transmisiones
Fecha: 24/09/2018

Correlación	
Positiva	+
Negativa	-
Sin Correlación	*

Relación	
Relacion total	5
	4
Relación media	3
	2
Sin relación	1
	0

Dirección de mejora	
Aumentar	▲
Objetivo	◇
Disminuir	▼



4. INTEGRACIÓN DE ASTERISK CON CALLMANAGER DE CISCO.

No hace falta irse fuera de las fronteras españolas para encontrar problemas de interoperabilidad entre unidades. Ejemplo de ello son los Regimientos de Transmisiones, cuya VoIP se basa en la solución comercial de Cisco; o el caso de elementos del Estado Mayor de la Defensa como el Centro de Inteligencia de las FAS o el Mando de Operaciones, cuyo presupuesto les permite contar con un gran número de licencias Cisco así como su servicio técnico. [11]

Cabe decir que estas integraciones ya se realizan en operaciones españolas en el exterior como en la base Gran Capitán de Besmayah, Irak. Sin embargo a día de hoy las Brigadas no cuentan con la autorización para llevar a cabo dicha integración ya que por parte de Cisco se necesita una licencia, con su correspondiente coste. [12] [13]

Principalmente hay dos formas de lograr la integración entre Asterisk y CallManager, mediante la realización de un troncal SIP y el pago de la licencia que Cisco obliga a comprar, o utilizando la RTC como pasarela entre las dos centralitas. Este trabajo se va a enfocar en la configuración y realización del troncal SIP entre Asterisk y CallManager. [14] [15] [16]

4.1 UTILIZACIÓN DE LA RTC COMO PASARELA PARA LA INTEGRACIÓN.

La opción de que la RTC haga de pasarela entre las centralitas Asterisk y CallManager parece a simple vista mucho más asequible y factible, sobre todo económicamente hablando. Sin embargo si se analiza en profundidad, el ahorro que se consigue evitando pagar la licencia de Cisco no es tan grande ya que utilizar la RTC como pasarela conllevaría el pago de licencias menores a terceros por usar sus redes. Así mismo conllevaría un aumento del riesgo en la seguridad.

Otro problema que surge de la utilización de la RTC como pasarela es la pérdida de información que se sufriría. Se perdería información como el *CallerID*, la imposibilidad de monitorizar el estado de la red y los paquetes, se sufriría un gran aumento del jitter y la latencia debido a los constantes cambios de ancho de banda que sufriría al viajar entre las distintas redes.

Es por ello que no se ha decidido profundizar en esta opción, exponiendo solamente algunos aspectos generales.

4.2 REALIZACIÓN DE UN TRONCAL SIP PARA LA INTEGRACIÓN.

Pese a no disponer de la licencia correspondiente de Cisco es posible configurar el troncal entre las dos centralitas e incluso hacer pruebas de conectividad, los denominados "ping".

El troncal a realizar debe ser de tipo SIP y tener el protocolo UDP como forma de transporte, el resto de la configuración del troncal se realiza como si de un troncal SIP normal se tratase. En la dirección IP a la que hace referencia el "Media Termination Point" se deberá indicar la dirección IP de la centralita Asterisk. Es importante elegir un códec que sea soportado por ambas centralitas, para lo cual se deberá aplicar el códec G. 711 μ -law, y el método de señalización ha de ser RFC2833.

El "Media Termination Point" es el elemento que permite enrutar por el troncal las llamadas que utilizan los protocolos SIP o H.323, de ahí la importancia de tener activada esta opción.

Para el dialplan simplemente es necesario indicar que números de marcación se quieren enrutar por el troncal SIP.

De esta forma estaría configurado el troncal en la parte que le corresponde al CallManager.

En las siguientes ilustraciones se pueden observar los parámetros necesarios para configurar el troncal SIP, así mismo en el anexo VI se refleja esta configuración de forma detallada y paso por paso.

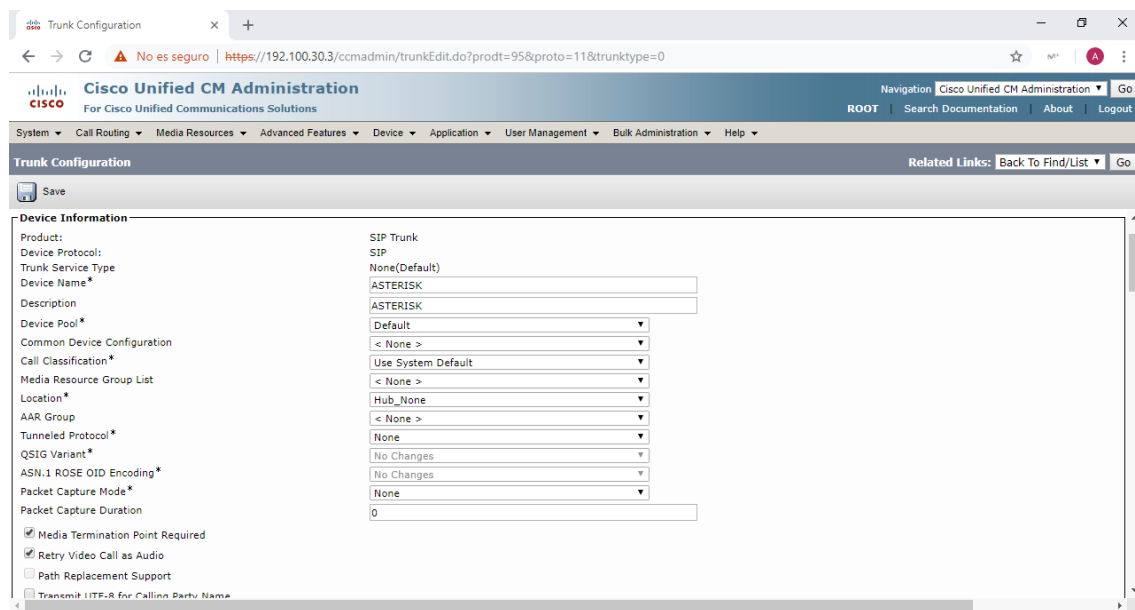


Ilustración 14: Captura de pantalla de la interfaz web del CallManager para la configuración del troncal SIP. En esta captura de pantalla se puede apreciar la configuración del troncal SIP que establecerá el CallManager con la centralita Asterisk. Es muy importante activar la opción de "Media Termination Point" para que las llamadas puedan ser enrutadas a través del troncal.

Trunk Configuration

Caller Information

Caller ID DN
 Caller Name
☐ Maintain Original Caller ID DN and Caller Name in Identity Headers

SIP Information

☐ Destination Address is an SRV

Destination Address	Destination Address IPv6	Destination Port	Status	Status Reason
1* 192.100.20.3		5060	N/A	N/A

MTP Preferred Originating Codec* 711ulaw
 BLF Presence Group* Standard Presence group
 SIP Trunk Security Profile* ASTERISK TRUNK
 Rerouting Calling Search Space < None >
 Out-Of-Dialog Refer Calling Search Space < None >
 SUBSCRIBE Calling Search Space < None >
 SIP Profile* Standard SIP Profile [View Details](#)
 DTMF Signaling Method* RFC 2833

Normalization Script

Ilustración 15: Captura de pantalla de la interfaz web del CallManager para la configuración de los parámetros SIP del troncal. En esta captura de pantalla se puede observar la configuración de los parámetros SIP como son la dirección IP a la que enrutar los paquetes que es la dirección IP de la centralita Asterisk, el perfil de troncal SIP que se quiere seleccionar, en este caso el estándar, y el DTMF o señalización de la llamada el cual es RFC2833. También se utiliza un perfil de seguridad creado específicamente para este troncal SIP.

En el caso de la centralita Asterisk se configuraría el troncal SIP como si fuera un troncal normal y aparte se reescribiría el archivo "sip.conf" ya que es el archivo que establece la configuración por la que se rigen los troncales. Una vez realizado dichos cambios quedaría configurar el dialplan para indicar los números de marcación que se quieren enrutar hacia el CallManager. En el anexo VI se puede seguir la configuración paso por paso detalladamente.

Working on sip_general_custom.conf

Saved. Make sure to Apply Config so that Asterisk will pickup your changes

```

1 [from_cucm]
2 host=192.100.30.3 ; IP del CallManager
3 type=user
4 context=from_cucm
5 disallow=all
6 allow=ulaw
7 allow=alaw
8 nat=no
9 canreinvite=yes
10 qualify=yes
11
12 [to_cucm]
13 host=192.100.20.3 ; IP de Asterisk
14 type=peer
15 context=internas
16 disallow=all
17 allow=ulaw
  
```

[Save](#) [Delete](#)

Ilustración 16: Captura de pantalla de la interfaz web de Asterisk con el archivo "sip.conf". En esta captura de pantalla se puede observar el archivo "sip.conf" reescrito con la configuración necesaria para que el troncal SIP creado pueda enrutar con éxito las llamadas hacia el CallManager. Es muy importante especificar las direcciones IP tanto de la centralita Asterisk como del CallManager. Así mismo utilizar códecs que sean soportados por ambas centralitas.

La configuración del troncal anteriormente expuesta está sujeta a un último cambio proveniente de la licencia de Cisco necesaria para realizar llamadas entre los terminales. Por motivos de confidencialidad y seguridad tanto del personal como de los propios equipos no se puede publicar en este trabajo la configuración completa del troncal una vez adquirida la licencia Cisco.

5. INTEGRACIÓN DE LA TELEFONÍA EXTERNA CON LA TELEFONÍA IP.

Pese a que la telefonía en los puestos de mando está pensada para la comunicación intrateatro, no hay que olvidar que la información debe fluir hasta los órganos de decisión de mayor nivel, los cuales se encuentran fuera del teatro de operaciones. El principal problema a salvar para conectar la telefonía IP y la telefonía clásica es la diferencia de naturaleza de la información, mientras que la VoIP utiliza información digital, la telefonía clásica funciona de manera analógica. Este obstáculo se soluciona mediante un aparato llamado gateway, que permite transformar la información analógica en digital y viceversa.

5.1 INTEGRACIÓN DE TELÉFONOS ANALÓGICOS EN UNA RED VoIP.

A continuación se nombran y explican los elementos necesarios para integrar teléfonos analógicos en una red VoIP: [17]

- **Teléfonos analógicos:** Cualquier teléfono analógico puede ser integrado en una red de VoIP. En este caso se ha realizado con teléfonos analógicos inalámbricos Panasonic, los cuales se han dispuesto sobre un panel con sus correspondientes bases de carga y clavijas telefónicas RJ-11.
- **Adaptador FXS, gateway o ATA:** Se trata de un terminal que se compone de varios puertos FXS a los cuales se conectan los distintos teléfonos o fax. Este elemento convierte la señal analógica en digital, además provee de tono y voltaje de marcación a los teléfonos. También provee de energía a los terminales telefónicos. Su función es similar a la que realizan las clavijas de teléfono que hay en las paredes de los hogares.
- **Adaptador FXO:** Es un terminal que conectado mediante Ethernet RJ-45 al adaptador FXS, provee de tono de colgado y descolgado a los teléfonos, indispensable para su correcto funcionamiento. En la telefonía clásica esta función la realizan los puertos FXO que hay en las centralitas. Por regla general los terminales FXS y FXO actúan como macho y hembra, de forma que en una línea analógica un extremo siempre será un puerto FXS y el otro extremo, un puerto FXO.
- **Switch, router, centralita y antena:** El resto de los elementos de la red actúan de igual manera, tratando dichos teléfonos como si de teléfonos IP se tratase.

En la siguiente ilustración se puede observar una arquitectura simplificada de cómo se conectan los dispositivos analógicos al ATA, éste al dispositivo FXO y en el switch confluyen con

la centralita. En la ilustración 18 se puede observar la prueba de conexión llevada a cabo en laboratorio.

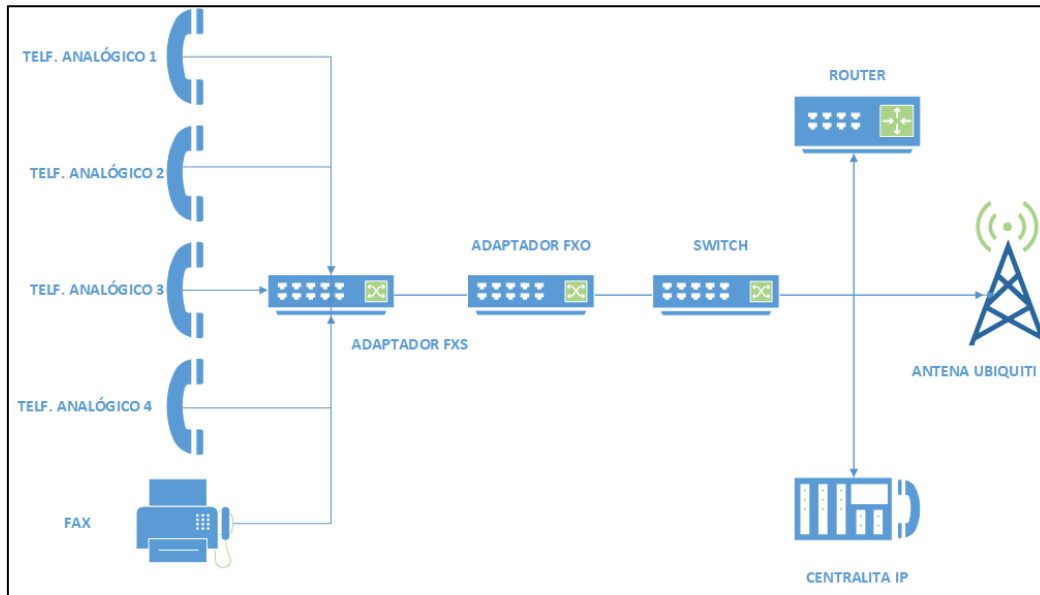


Ilustración 17: Esquema de conexión de dispositivos analógicos con ATA y adaptador FXO. La ilustración esquematiza el proceso de conexión de teléfonos analógicos a una red de VoIP. Para ello los terminales analógicos se conectan mediante cable telefónico RJ-11 al FXS que les provee de tono y voltaje para las llamadas. El FXS se conecta el FXO mediante cable Ethernet RJ-45 para proveer de tono de llamada y de colgado del teléfono. Mediante cable Ethernet RJ-45 se conecta el FXO al switch que distribuye los paquetes de voz bien al router bien a la centralita IP para posteriormente mandarlo a la antena.



Ilustración 18: Prueba de laboratorio de conexión de teléfonos analógicos a la centralita Asterisk. En la fotografía se puede apreciar un panel de teléfonos analógicos con su correspondiente cableado por detrás del panel, conectado al FXS con capacidad para 24 teléfonos. El FXS se conecta mediante cable Ethernet RJ-45 al FXO, y este, de la misma forma, al switch. Del switch se puede apreciar que salen tres cables, uno que conecta con el FXO, otro que conecta con la centralita IP, y un último que conectaba con un ordenador el cual se utilizaba para realizar mediciones de tráfico de datos.

5.2 INTEGRACIÓN DE LA RED VOIP ASTERISK CON LA TELEFONÍA EXTERNA.

En el caso de la centralita Asterisk, enlazada mediante las Ubiquiti, la conexión a la RTC depende del servicio del CECOM que apoya la maniobra. En el caso que se está tratando, el CECOM 2210 ubicado en la base Álvarez de Sotomayor que apoya a la Ciatransleg durante sus correspondientes ejercicios de instrucción y adiestramiento, proporciona hasta ocho salidas simultáneas a la RTC para la centralita Asterisk. En este caso se hace a través de la conexión de los distintos terminales telefónicos a un concentrador de puertos FXO del que sale una conexión de un puerto FXS del concentrador hacia una roseta de telefonía que tenga instalada el CECOM.

En los ejercicios en los que la Ciatransleg se desplaza fuera del campo de maniobras de Viator, el CECOM más cercano es el que provee los servicios, siendo la Ciatransleg la que ha de planear como conseguir materializar la conexión con el CECOM.

5.3 INTEGRACIÓN DE LA RED VOIP CISCO CON LA TELEFONÍA EXTERNA.

En el caso de la VoIP que depende del enlace satélite del ATQH, esta conexión con la RTC se realiza de forma externa en la estación de anclaje. Al realizar la SAS y una vez la estación de anclaje devuelve la AAS, automáticamente se asigna un determinado prefijo de marcación para los teléfonos IP dependientes de dicho terminal satélite. La llamada sale con su correspondiente prefijo indicando que se trata de una llamada a la RTC llega a la centralita telefónica que hay en la estación de anclaje donde reconoce el prefijo asignado para llamadas externas y desvía la llamada por el troncal que tenga establecido con una centralita de la RTC.

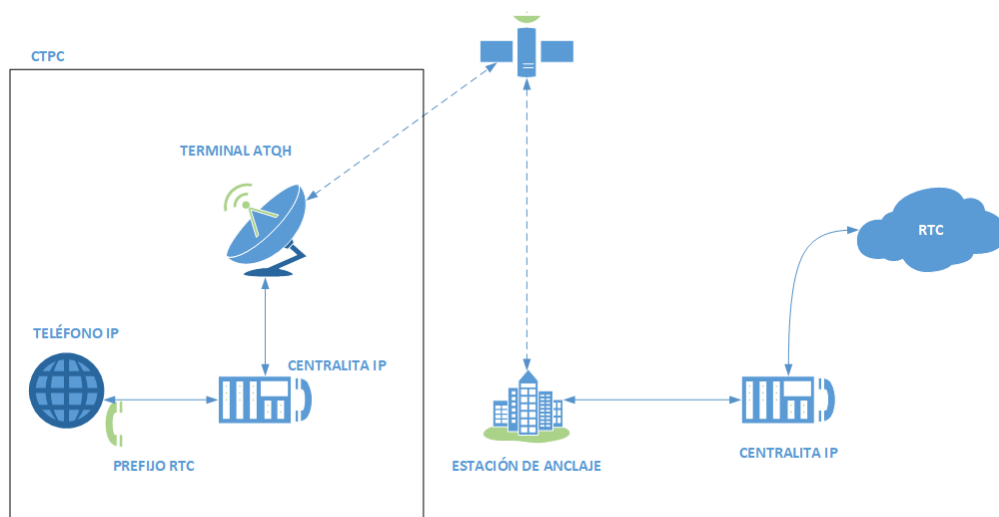


Ilustración 19: Integración de la VoIP del ATQH con la RTC. La ilustración esquematiza el proceso de conexión de una red de VoIP mediante enlace satelital con la RTC. En el caso del CTPC, las líneas continuas representan cableado Ethernet RJ-45, mientras que la correspondiente a la RTC representa cableado de fibra óptica. Las líneas discontinuas representan la trama del enlace satelital entre el terminal ATQH y la estación de anclaje.

5.4 COMPARATIVA DE CALIDAD DE SERVICIO ENTRE LLAMADAS INTERNAS Y LLAMADAS A LA RTC.

En las siguientes ilustraciones se puede apreciar la variación de los parámetros de calidad de servicio, cuando se realiza una llamada interna entre teléfonos IP y cuando la llamada se realiza a una red telefónica externa.

Para la obtención de las mediciones se ha utilizado el programa Wireshark que captura el tráfico de paquetes permitiendo analizarlos [18]. En este caso se han filtrado y seleccionado los paquetes del protocolo RTP. De entre los parámetros analizados destacan el jitter, que es en el que mayor énfasis se ha puesto y el que se representa en los gráficos de las ilustraciones, la pérdida de paquetes, los errores de secuencia y la diferencia de jitter entre la comunicación de ida y de vuelta. Se ha elegido el jitter como elemento principal a analizar ya que depende directamente del ancho de banda del canal, y por tanto con estas mediciones se puede apreciar como los cambios de ancho de banda que sufre la llamada cuando se realiza con la RTC afecta en mayor medida al jitter en comparación con una llamada interna con un ancho de banda estable.

En las ilustraciones se puede apreciar la igualdad de la magnitud del jitter tanto en la transmisión como en la recepción de los paquetes en el caso de la llamada interna, 0,90 y 0,84 ms respectivamente; se trata de unos valores de gran calidad con apenas pérdida de paquetes. En el caso de la llamada a la red telefónica externa se puede apreciar una diferencia en cuanto al jitter de transmisión y de recepción provocado por el cambio de ancho de banda de los circuitos de las distintas redes telefónicas, 0,91 y 0,31 ms respectivamente ; aún así se trata de valores aceptables con apenas pérdida de paquetes aunque el desfase entre el jitter de transmisión y de recepción podría provocar una mayor pérdida de dichos paquetes.

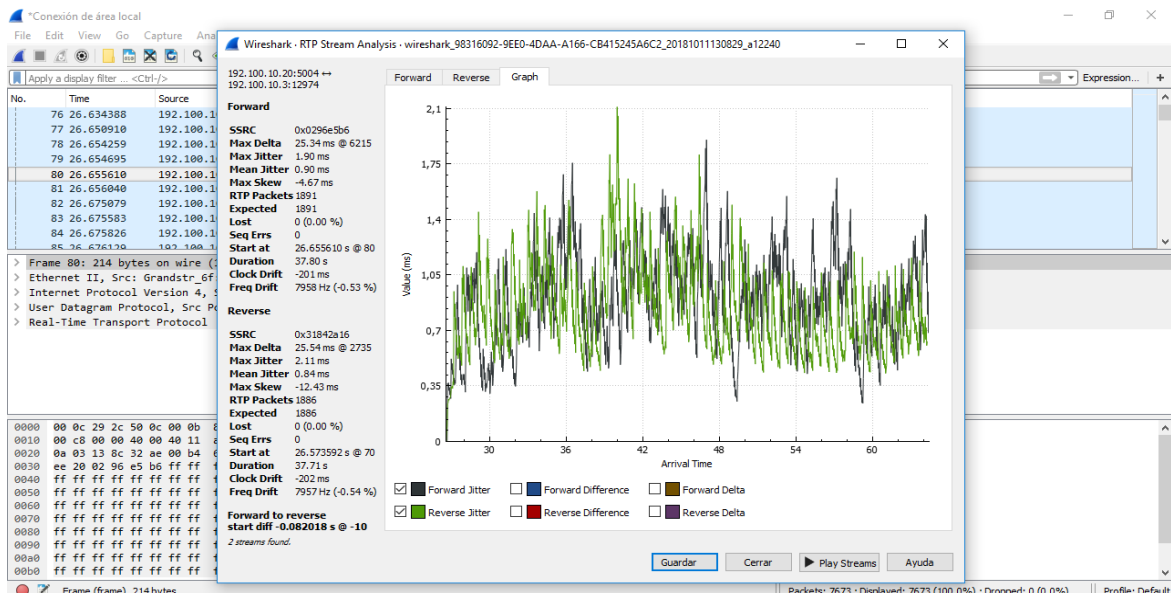


Ilustración 20: Captura de tráfico mediante Wireshark de paquetes RTP en una llamada interna de VoIP. En esta captura de pantalla se puede apreciar un gráfico sobre el jitter que sufre una comunicación en una llamada entre terminales pertenecientes a la misma red de VoIP. A la izquierda del gráfico se pueden apreciar distintas mediciones de parámetros de QoS que indican que se trata de una comunicación sin apenas pérdida de información.

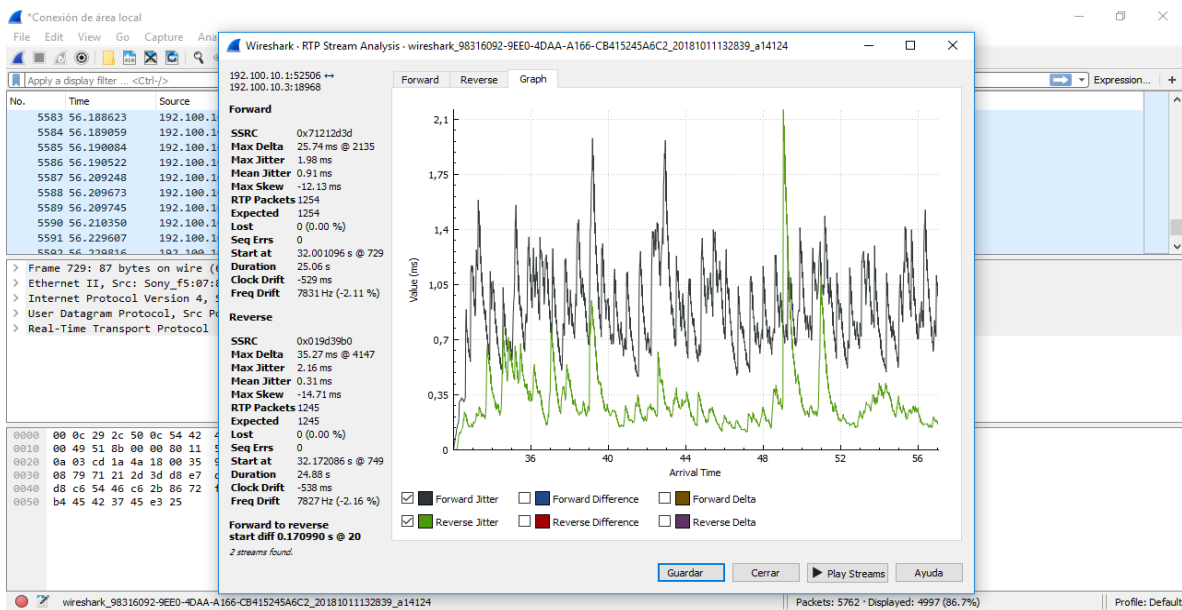


Ilustración 21: Captura de tráfico mediante Wireshark de paquetes RTP en una llamada a una red telefónica externa. En esta captura de pantalla se puede apreciar en el gráfico que indica el jitter, un mayor desfase entre el jitter de la comunicación en un sentido y el jitter de la comunicación en el sentido de vuelta. Este fenómeno queda reflejado en los parámetros que aparecen a la izquierda del gráfico. El hecho de ser una llamada a la red telefónica externa, con los cambios de ancho de banda que ello implica, afecta al jitter de la manera que se refleja. Sin embargo la llamada sigue siendo de una calidad bastante aceptable.

Como se puede observar en ambos casos el porcentaje de pérdida de paquetes es inferior al 1% que se marcaba en los parámetros de QoS como límite aceptable. Así mismo se puede apreciar que el eco, reflejado en estas ilustraciones como "forward to reverse start diff", en la parte inferior de los datos, tiene valores normales si bien en la llamada hacia la red telefónica externa se puede apreciar un aumento significativo de este parámetro respecto a la otra llamada realizada.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Tras la investigación llevada a cabo para la realización del presente proyecto y una vez evaluada las capacidades actuales y futuras a corto plazo de las que dispone la Ciatransleg, se han alcanzado las siguientes conclusiones particulares:

- Pese a no ser un objetivo de este trabajo, se puede apreciar la importancia cada vez mayor de la virtualización en las telecomunicaciones del Ejército de Tierra. La capacidad de utilizar centralitas IP virtualizadas en vez de centralitas IP físicas supone un gran ahorro además de la capacidad de replicar estas máquinas virtuales. En este sentido la telefonía IP es una gran aliada de la virtualización como se ha podido comprobar con el uso también de softphones, de coste gratuito y con capacidades similares a los teléfonos IP físicos.
- El hecho de que haya dos redes VoIP diferentes y sin capacidad de ser interoperables entre sí provoca una duplicidad de medios y trabajo evitable. La sinergia de la integración de las dos redes resultaría un gran avance para las unidades de Transmisiones del Ejército de Tierra. Sin duda los siguientes pasos en la VoIP en el Ejército de Tierra evolucionan hacia el uso de tecnología comercial como ya ha reflejado el Mando de Doctrina del Ejército de Tierra en sus directivas, por ello las unidades de Transmisiones deben adelantarse a los acontecimientos y realizar pruebas de integración de las distintas redes VoIP que dispongan.
- Como se ha podido comprobar con el Despliegue Funcional de la Calidad, la tendencia de los Puestos de Mando a aumentar el número de usuarios obliga a las unidades de Transmisiones a realizar grandes esfuerzos para adaptar sus redes VoIP. Este problema de escalabilidad es una de las áreas más importantes en las que trabajar, con todas las limitaciones que conlleva en cuanto a parámetros de calidad de servicio.
- Dado que los radioenlaces de la RBA no pueden ser utilizados ya, mientras se materializa una solución que lo sustituya, se debe potenciar el uso de antenas Ubiquiti debido a sus capacidades y su bajo coste. Así mismo, se debe concienciar de que el uso de equipo de carácter civil requiere un mayor esfuerzo en la seguridad de las comunicaciones. No hay que olvidar que la utilización de estas antenas no es más que un remedio temporal, debiendo enfocar el esfuerzo en el material militar de dotación.
- Una de las grandes fortalezas que posee el Ejército de Tierra, y en concreto las unidades de Transmisiones, es la capacidad de adaptación y reutilización del material. En este sentido, se ha conseguido integrar a la perfección los teléfonos analógicos que se utilizaban con la RBA en las redes VoIP actuales. Este logro marca el camino a seguir con los diferentes medios de la RBA que quedan obsoletos ya que resulta en un gran ahorro e incremento de las capacidades.
- La integración y configuración de las redes VoIP con la RTC resulta de gran importancia debido a que los órganos de decisión de mayor nivel se encuentran fuera del teatro de operaciones. En el caso de la red VoIP basada en Asterisk es necesaria la coordinación entre las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y los CECOM ya que como se ha visto los Puestos de Mando cada vez requieren mayores capacidades a las que el CECOM también debe adaptarse.

Así mismo y fruto de la realización de este trabajo se exponen las siguientes reflexiones particulares:

- El Ejército de Tierra, como cualquier organización de gran entidad, se debe a buscar la máxima eficiencia en la utilización de sus recursos. Es por ello que tanto en los aspectos logístico, mantenimiento y de adquisición, se hace fundamental la centralización y coordinación. Es necesario que las distintas unidades unifiquen material y necesidades con el fin de ahorrar en costes y facilitar los procesos de mantenimiento con los distintos proveedores. En el caso de la telefonía IP sería necesaria una unificación de criterios y necesidades ya que actualmente cada unidad dispone de terminales diferentes comprados a través de los créditos de la unidad en algunos casos.
- Pese a que la Red Radio de Combate en las Brigadas es el pilar fundamental de su mando y control, los sistemas de información como SIMACET, WANPG y VoIP se han convertido en fundamental en los Puestos de Mando de las Brigadas. La especialización es cada vez mayor en niveles inferiores, es por ello que los cuadros de mando deben implicarse en formar a la tropa en conocimientos técnicos sobre dichos sistemas de información, más allá de que sean simplemente operadores de dichos sistemas. Los beneficios de que la tropa actualice sus conocimientos sobre los sistemas que operan se materializa en una mayor unidad de acción entre cuadros de mando y tropa ya que estos son capaces de comprender mejor el cómo y el por qué de las instrucciones que se dan.
- La colaboración entre el mundo empresarial civil y las FAS es cada vez más estrecha. Es por ello que se han de buscar relaciones fuertes a largo plazo entre el tejido industrial del sector de defensa nacional y las FAS ya que como se puede intuir el beneficio mutuo es muy positivo. En lo relativo a la telefonía IP, la actual dependencia de la empresa Cisco condiciona en gran medida la posibilidad de acción de las unidades de Transmisiones. El control férreo que realiza esta empresa respecto a sus licencias, terminales y temas de interoperabilidad no ayuda a la evolución hacia la interoperabilidad que anteriormente se citaba. Sin embargo el servicio técnico de gran calidad que ofrece y su fiabilidad, mayor que la del resto del mercado, hacen que se siga eligiendo Cisco a la hora de pensar en VoIP. Como proyecto a largo plazo sería muy beneficioso tanto para la modernización de las telecomunicaciones civiles como para las FAS, que existiera un proveedor de telefonía IP nacional que mediante convenios consiguiera sustituir a Cisco. Este largo proceso no tiene por qué ser exclusivamente de ámbito nacional sino que los diferentes programas de armamento y material que mantienen tanto la UE como la OTAN podrían ser enfocados hacia dicha solución.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] E. M. T. y. R. V. Lerma-Blasco, Servicios enrRed, Madrid, España: McGraw-Hill, 2013.
- [2] E. G. Gutiérrez, «Digitalización del Sonido,» Escola Superior de Musica de Catalunya, 2009.
- [3] Centro Criptográfico Nacional, «GUÍA DE SEGURIDAD EN VOZ SOBRE IP,» Secretaría General Técnica, Ministerio de Defensa, 2009.
- [4] Cisco, «IP Telephony/Voice over IP (VoIP),» [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/tech/voice/ip-telephony-voice-over-ip-voip/index.html>. [Último acceso: 15 Septiembre 2018].
- [5] N. Anaya, «QoS-Calidad de Servicio para VoIP,» [En línea]. Available: <http://elastixtech.com/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>. [Último acceso: 16 Septiembre 2018].
- [6] Digium, Inc., [En línea]. Available: <https://www.asterisk.org/>. [Último acceso: 15 Septiembre 2018].
- [7] J. S. y. L. M. Jim Van Meggelen, Asterisk™: The Future of Telephony, Sebastopol, California: O'Reilly Media, Inc., 2005.
- [8] Ubiquiti Networks, «airGrid® AG-HP-5G27 | Quick Start Guide,» [En línea]. Available: https://dl.ubnt.com/guides/airgrid/airGrid_AG-HP-5G27_QSG.pdf. [Último acceso: 16 Septiembre 2018].
- [9] WifiSafe, «www.wifisafe.com,» Enero 2009. [En línea]. Available: <https://www.wifisafe.com/blog/manual-configuracion-enlace-punto-a-punto/>. [Último acceso: 24 Septiembre 2018].
- [10] B. Sieling, CCNA Voice Lab Manual, Indianapolis: Cisco Press, 2013.
- [11] DIDOM, MADOC, «TRANSICIÓN A UN EJÉRCITO EN RED,» Ministerio de Defensa, Granada, 2015.
- [12] DS3 Comunicaciones, «Lista de Precios CISCO,» [En línea]. Available: http://www.ds3comunicaciones.com/cisco/precios_cisco.html. [Último acceso: 16 Septiembre 2018].
- [13] ITPRICE, «CISCO GPL 2018,» 24 agosto 2018. [En línea]. Available: <http://itprice.com/cisco-gpl/cucm>. [Último acceso: 15 octubre 2018].

- [14] J. Rodriguez, «SIP Trunk entre CUCM y Asterisk,» 7 Septiembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.javirodriguez.com.es/2011/09/07/sip-trunk-entre-cucm-y-asterisk/>. [Último acceso: 27 Septiembre 2018].
- [15] Sinologic, «Integración de Asterisk con Cisco CallManager Express,» [En línea]. Available: <https://www.sinologic.net/2007-02/integracion-de-asterisk-con-cisco-callmanager-express.html>. [Último acceso: 18 Septiembre 2018].
- [16] voip-info.org, «Asterisk Cisco CallManager Integration,» [En línea]. Available: <https://www.voip-info.org/asterisk-cisco-callmanager-integration/>. [Último acceso: 27 Septiembre 2018].
- [17] 3CX, «What do the Terms FXS and FXO Mean?,» [En línea]. Available: <https://www.3cx.com/pbx/fxs-fxo/>. [Último acceso: 15 octubre 2018].
- [18] B. M. Febrero, «ANÁLISIS DE TRÁFICO CON WIRESHARK,» Instituto Nacional de Tecnología de la Comunicación, 2011.
- [19] N. Simionovich, AsteriskNOW, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., 2008.

ANEXO I: FLUJO DE PAQUETES DE SEÑALIZACIÓN SIP DURANTE UNA LLAMADA DE VOIP.



En la ilustración se puede apreciar el intercambio de paquetes de voz entre dos usuarios, siendo la centralita el elemento intermedio.

Este flujo de paquetes ha sido capturado mediante el programa Wireshark filtrando únicamente los paquetes SIP y RTP/RTCP.

Se puede apreciar que el códec utilizado es el G.711 con el método de codificación μ -law.

El primer grupo de mensajes corresponde al establecimiento de llamada entre el usuario que realiza la llamada y la centralita; posteriormente la centralita envía el tono de llamada al usuario que recibe dicha llamada; se establece la comunicación entre los dos usuarios(RTP/RTCP); los últimos tres paquetes son de señalización de fin de llamada.

Los números que hay en cada una de las tres líneas verticales indican el número de *puerto* utilizado por cada protocolo. El protocolo SIP utiliza el puerto 5060; el protocolo RTP/RTCP utiliza los puertos, 53828 y 61369 en el usuario de la derecha y los puertos 5004 y 17970 en el usuario de la izquierda.

ANEXO II: CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LA CENTRALITA IP DE LA CIATRANSLLEG.

Ya que el proceso de instalación de la máquina virtual y su configuración es idéntico al explicado en el anexo III, se omiten estos pasos y se pasa a explicar directamente la forma de afiliar los teléfonos Grandstream GXP 1405.

Para ello, accediendo a la interfaz web de la centralita se deberán registrar las extensiones indicando "user extension, display name, CID num Alias, secret, dtmfmode". En user extension se deberá poner el número de extensión que se desea asignar al teléfono; en display name y CID num Alias se deberá poner el nombre que se quiera que salga reflejado en la pantalla; en secret se establecerá la contraseña para registrar el teléfono y en dtmfmode, por defecto rfc2833.

http://10.10.10.1/maint/index.php?freepbx

Admin Reports Panel Recordings Help Apply Configuration Changes

Add SIP Extension

Add Extension

User Extension: 4001
 Display Name: S-2
 CID Num Alias: S-2
 SIP Alias:

Extension Options

Outbound CID:
 Ring Time: Default
 Call Waiting: Enable
 Call Screening: Disable
 Emergency CID:

Assigned DID/CID

DID Description:
 Add Inbound DID:
 Add Inbound CID:

Device Options

This device uses sip technology.
 secret: 4001
 dtmfmode: rfc2833

Language

Language Code:

Recording Options

Record Incoming: On Demand
 Record Outgoing: On Demand

Voicemail & Directory

Status: Disabled
 Voicemail Password:
 Email Address:
 Pager Email Address:
 Email Attachment: yes @ no
 Play CID: yes @ no
 Play Envelope: yes @ no
 Delete Voicemail: yes @ no
 VM Options:
 VM Context: default

VmX Locator

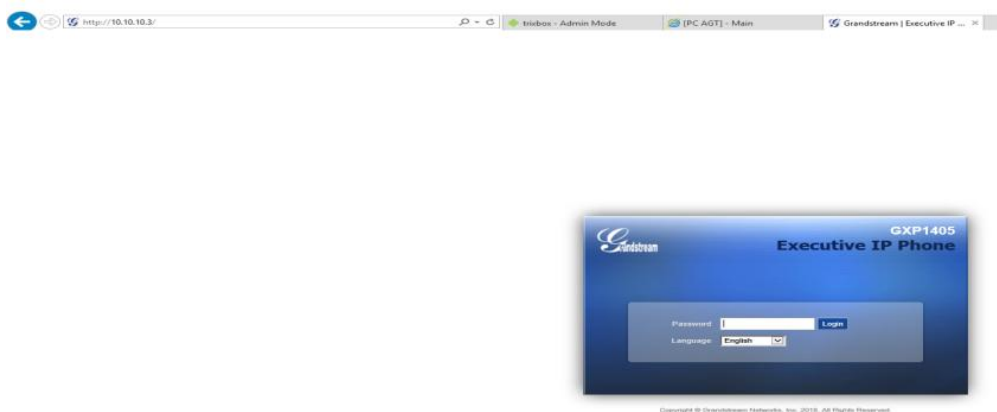
VmX Locator™: Disabled
 Use When: ☐ unavailable ☐ busy
 Voicemail Instructions: ☐ Standard voicemail prompts.

Press 0: ☒ Go To Operator
 Press 1:
 Press 2:

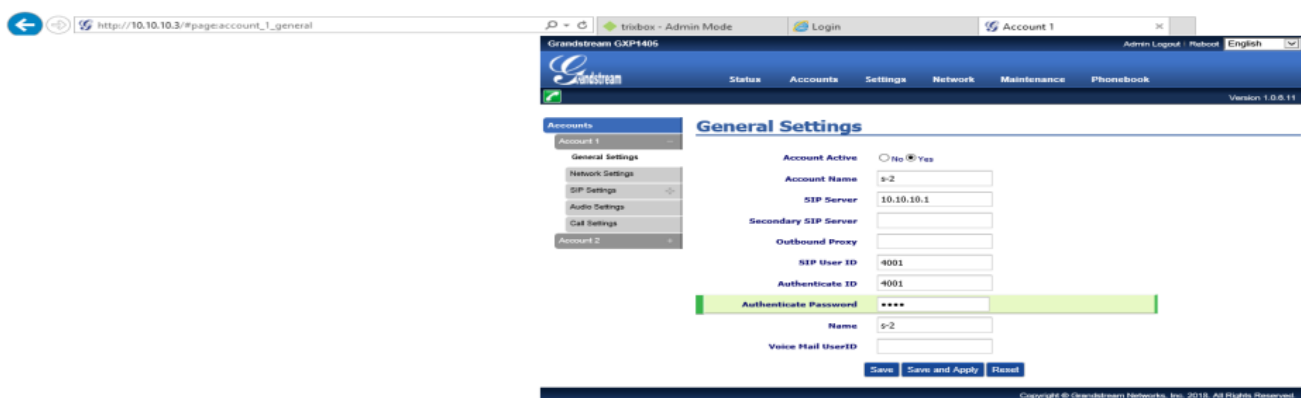
Submit

Una vez registrada la extensión, se pulsa en submit y en el botón naranja de la parte superior de la pantalla y se aplican los cambios realizados. No es necesario reiniciar la centralita para cada cambio realizado, se puede reiniciar una vez aplicados todos los cambios, es decir, una vez registradas todas las extensiones.

El siguiente paso sería configurar los teléfonos IP, para ello manualmente se debe introducir la dirección IP que se le quiere asignar con su correspondiente máscara de subred. Una vez realizado esto se podrá llevar a cabo la configuración del teléfono vía web. Para ello se introduce la IP del teléfono en el navegador y en la pantalla de acceso se podrá elegir como idioma el español y acceder introduciendo la contraseña "admin".



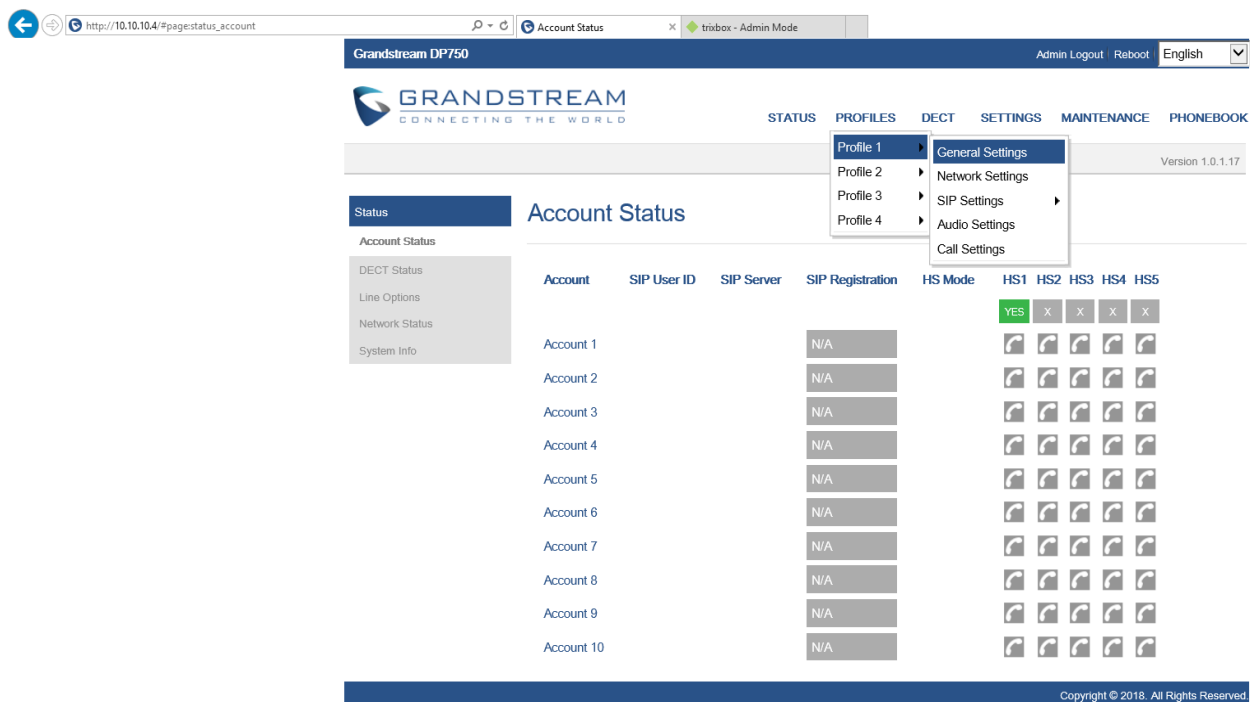
Una vez registrados, se configurarán la cuenta con la que se registran los teléfonos "Account 1". En "General Settings" se configuran los siguientes parámetros: Account Active: yes; account name: el nombre que se le quiera asignar a la cuenta; SIP server: IP de la centralita; SIP user ID: extensión que se le quiere asignar al teléfono; Authenticate ID y Authenticate Password: los definidos anteriormente en la centralita; name: nombre que aparecerá en el display del teléfono.



De esta forma, al reiniciarse el teléfono debería de registrarse en la centralita quedando ya disponible para utilizar. Este proceso se debería repetir con cada teléfono, asignándole su correspondiente extensión.

Ahora se mostrará como configurar los teléfonos inalámbricos DECT DP-720, y su base estación DP-750.

Para ello lo primero que se debe realizar es resetear todo a su estado inicial de fábrica. Una vez realizada esta acción, en la base DP-750 se deberá pulsar un botón con el símbolo de WiFi y en el teléfono DP-720 se deberá acceder a través de sus menús al registro con la base. Una vez sincronizados, mediante el teléfono DP-720 se podrá cambiar la dirección IP y la máscara de subred con el fin de poder acceder vía web a la configuración de la estación DP-750. Se reinicia la estación y una vez está operativa se accede vía web. Para iniciar la configuración se deberá introducir como nombre de usuario y contraseña la palabra "admin", dando lugar a la página de inicio de la configuración.



A continuación en la pestaña PROFILES, Profile 1, General Settings, se deberá indicar la dirección IP del servidor SIP, en este caso de la centralita IP.

Posteriormente en la pestaña DECT, SIP Account Settings, se introducirán los datos de los teléfonos que se quieran registrar prestando especial atención al apartado HS Mode, ya que no debe estar en circular ni coincidir con el de otros terminales. En la pestaña Handset Line Settings se configuraría la línea de teléfono de acuerdo al HS Mode que se le ha asignado previamente.

Grandstream DP750

Admin Logout Reboot English

GRANDSTREAM
CONNECTING THE WORLD

STATUS PROFILES DECT SETTINGS MAINTENANCE PHONEBOOK

Version 1.0.1.17

DECT

General Settings

SIP Account Settings

Handset Line Settings

SIP Account Settings

Account	SIP User ID	Authenticate ID	Password	Name	Profile	HS Mode	Active
Account 1					Profile 1	HS 1	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 2					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 3					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 4					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 5					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 6					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 7					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 8					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 9					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Account 10					Profile 1	Circular	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes

Save Save and Apply Reset

Copyright © 2018. All Rights Reserved.

Grandstream DP750

Admin Logout Reboot English

GRANDSTREAM
CONNECTING THE WORLD

STATUS PROFILES DECT SETTINGS MAINTENANCE PHONEBOOK

Version 1.0.1.17

DECT

General Settings

SIP Account Settings

Handset Line Settings

Handset Line Settings

	LINE 1	LINE 2	LINE 3	LINE 4	LINE 5	LINE 6	LINE 7	LINE 8	LINE 9	LINE 10
HS 1	4002	None	None	None	None	None	None	None	None	None
HS 2	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
HS 3	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
HS 4	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
HS 5	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None

Save Save and Apply Reset

Copyright © 2018. All Rights Reserved.

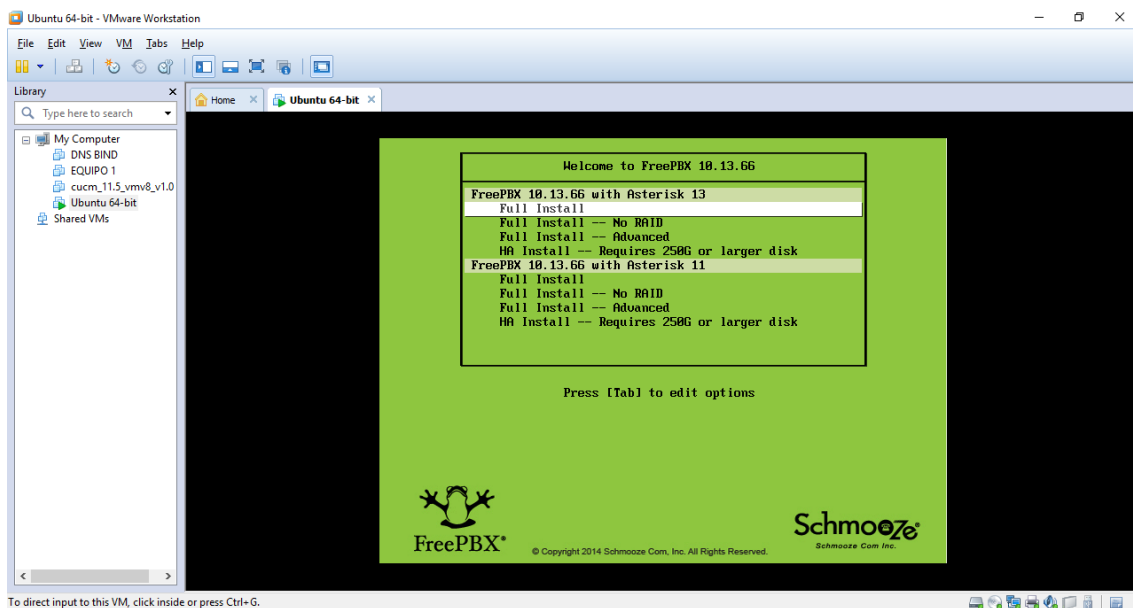
De esta forma quedaría registrado el teléfono y listo para usar. El proceso para registrar más teléfonos sería idéntico sin la necesidad de resetear la estación DP-750.

ANEXO III: CONFIGURACIÓN DEL TRONCAL ENTRE CENTRALITAS ASTERISK.

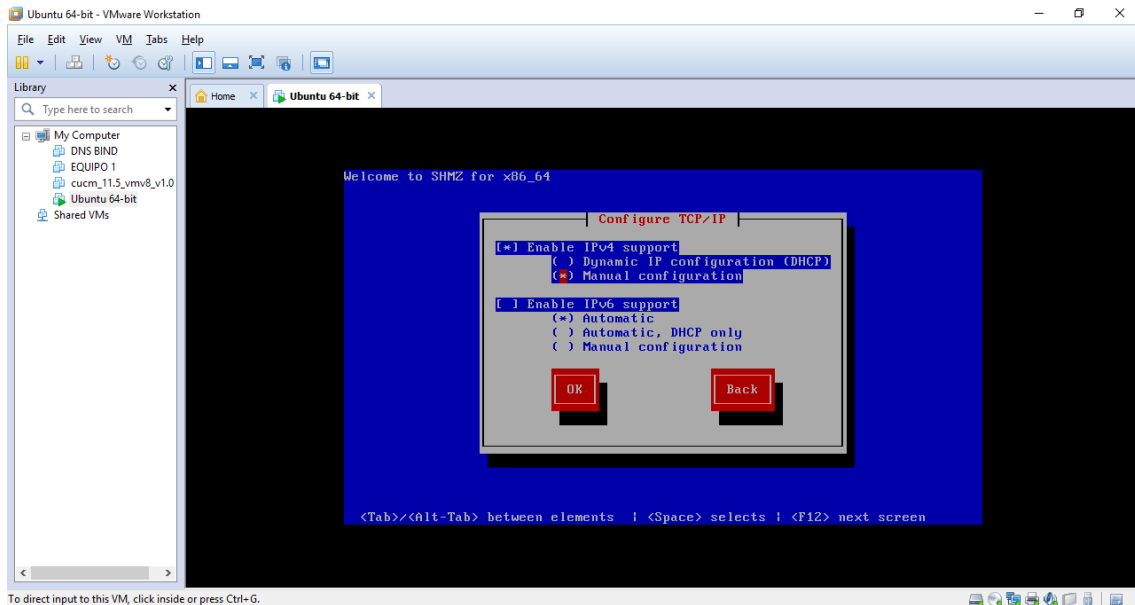
Para llevar a cabo la instalación y configuración del software que permite correr la centralita Asterisk, es necesario tener instalado en el ordenador un programa que permita crear y correr máquinas virtuales, en este caso se ha utilizado VMware Workstation pero también se podría haber utilizado VirtualBox que es de código abierto.

El primer paso es crear una máquina virtual nueva, con la base de la distribución Ubuntu de Linux, y asignarle el número de procesadores acorde a la actividad que va a soportar la centralita, en este caso se le han asignado cuatro. Es importante que el modo de conectividad sea *bridged* para que la centralita se pueda comunicar con otras redes con su propia dirección IP.

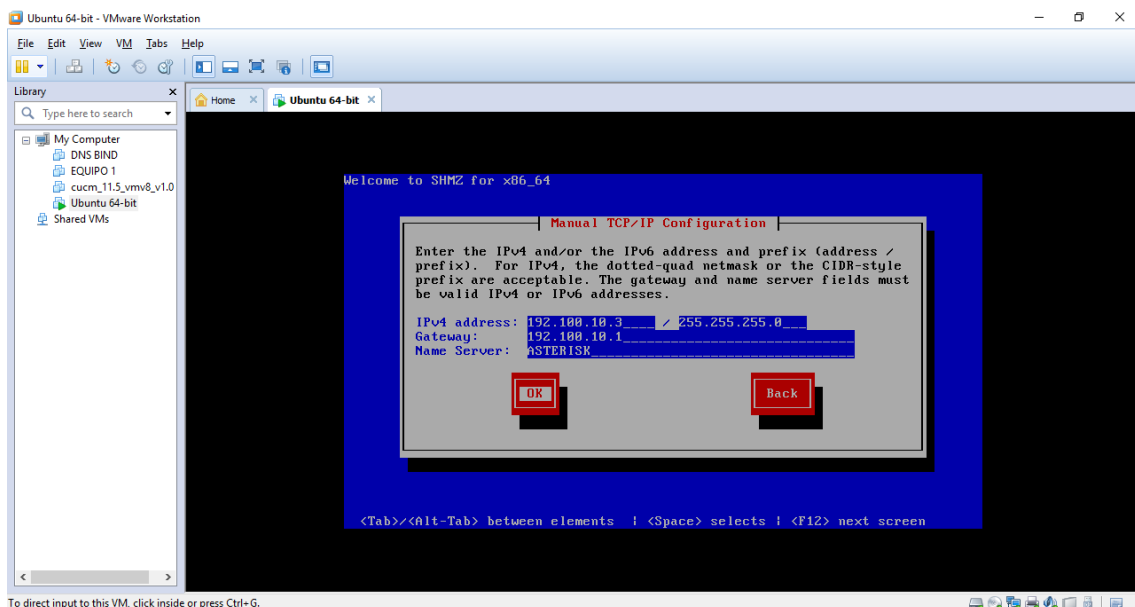
Una vez configurada la máquina virtual, se inicia esta y se nos muestra el tipo de instalación que se quiere llevar a cabo.



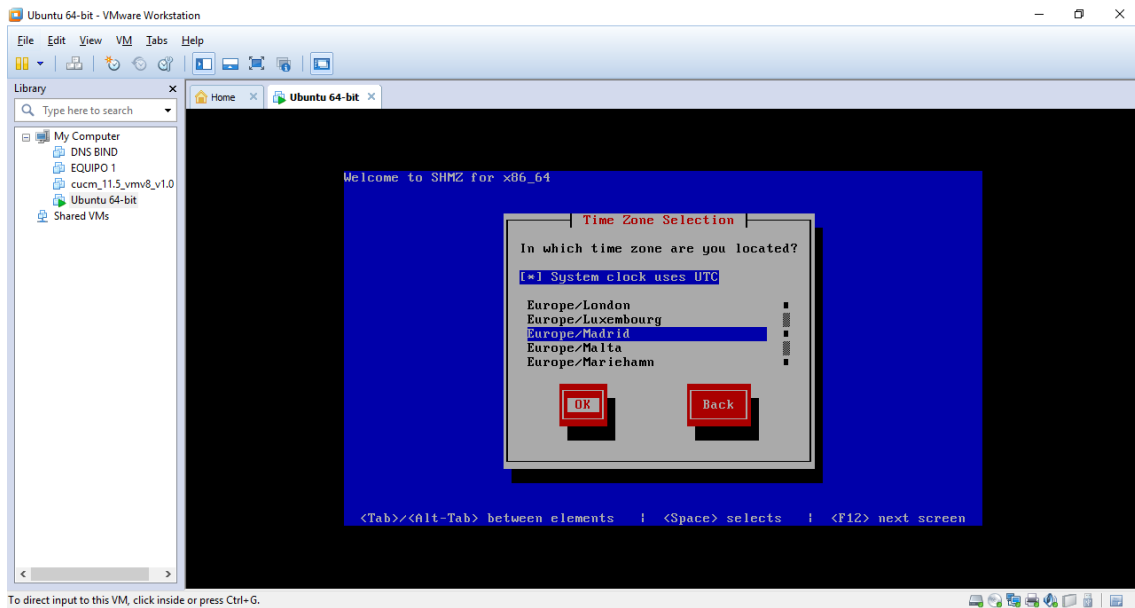
Se elegiría "Full Install" en el apartado FreePBX with Asterisk 13 y comenzaría la instalación. El primer elemento a configurar es el modo de direccionamiento que se quiere utilizar, bien IPv4 dinámico o estático, bien IPv6. Se utilizará direccionamiento IPv4 manual.



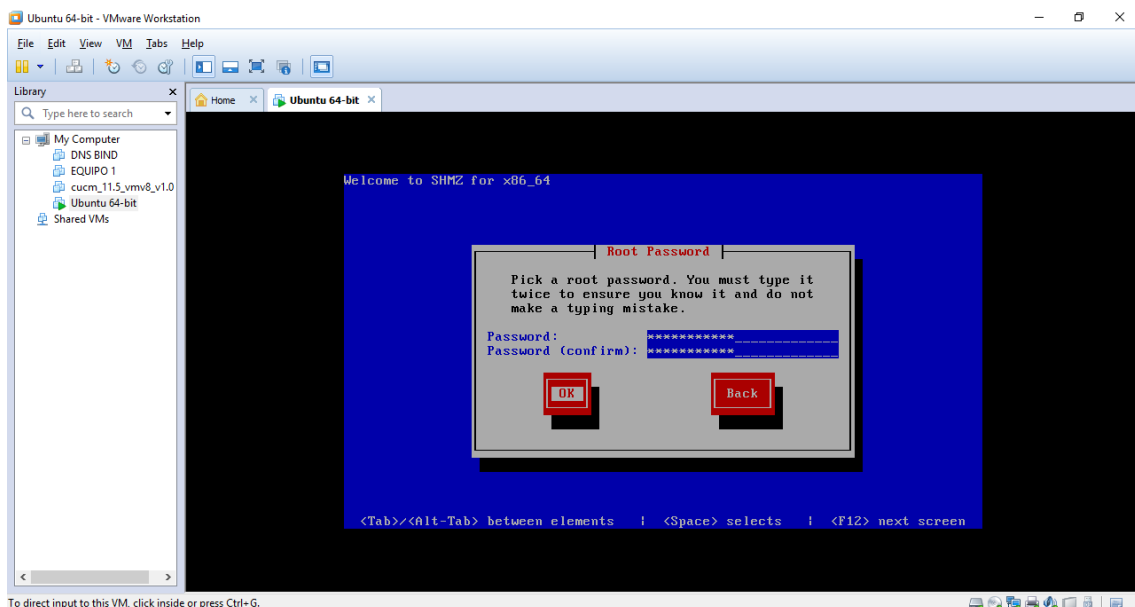
El siguiente paso es asignarle una dirección IP a la centralita con su correspondiente máscara de subred y su *gateway*. En este caso a la centralita que estará ubicada en el CTPCAV se le ha asignado la dirección 192.100.10.3 con una máscara 255.255.255.0 y una gateway que será bien la antena Ubiquiti, bien el router, con una dirección de 192.100.10.1. Mientras que a la centralita del CTPCREAR se le ha asignado la dirección 192.100.20.3 255.255.255.0 y una gateway con dirección 192.100.20.1.



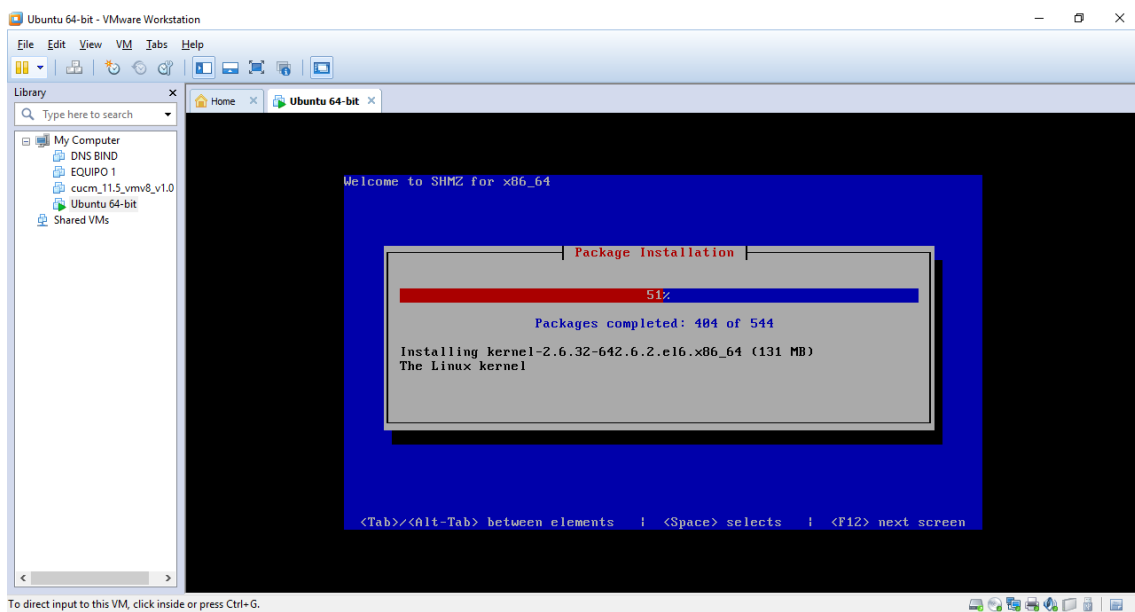
La siguiente pantalla indica que zona horaria se desea que la centralita tome como referencia. En este caso se ha utilizado la zona horaria correspondiente a Madrid.



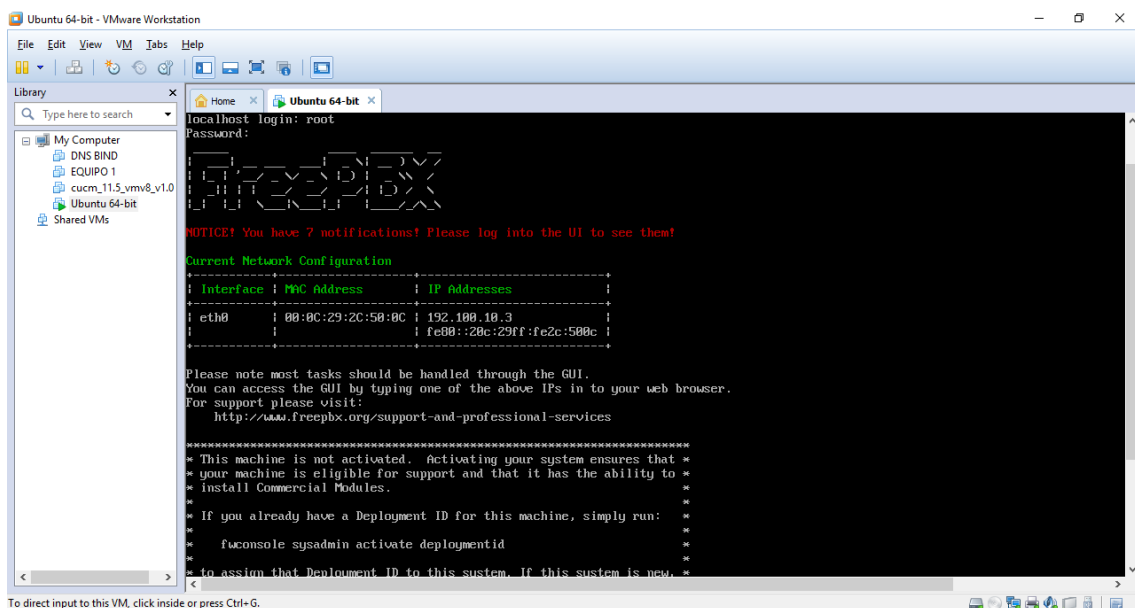
Tras este paso se muestra una pantalla en la que hay que establecer una contraseña para el modo *root* o modo privilegiado. En este caso se ha establecido la contraseña: ASTERISK123. Como la fortaleza de la contraseña no es la adecuada saltará un aviso, ya que se trata de un ejercicio simulado y en laboratorio no importa si la contraseña es débil por lo que se puede seleccionar la opción "utilizar de todas formas".



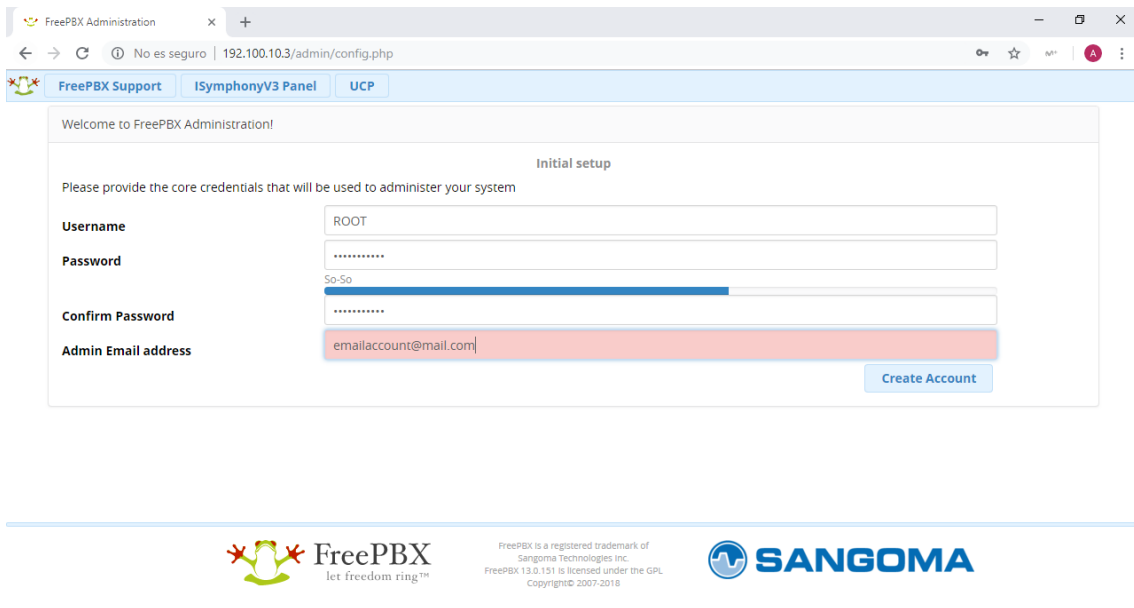
Tras estas configuraciones se instalarán los paquetes y finalizará la instalación de Asterisk.



Esta sería la pantalla de bienvenida en la línea de comandos para realizar configuraciones de la centralita telefónica. Sin embargo se puede realizar la configuración a través de la interfaz web que ofrece una visión más intuitiva y sencilla.



Introduciendo la dirección IP que se le ha asignado a la centralita en cualquier explorador, se accede a la interfaz web de configuración de la centralita. La primera vez se exigirá crear un usuario con su correspondiente contraseña y un email para crear la cuenta. En este caso se ha elegido como nombre de usuario: ROOT, y contraseña: ASTERISK123.



FreePBX Administration

No es seguro | 192.100.10.3/admin/config.php

FreePBX Support | ISymphonyV3 Panel | UCP

Welcome to FreePBX Administration!

Initial setup

Please provide the core credentials that will be used to administer your system

Username

Password

Confirm Password

Admin Email address

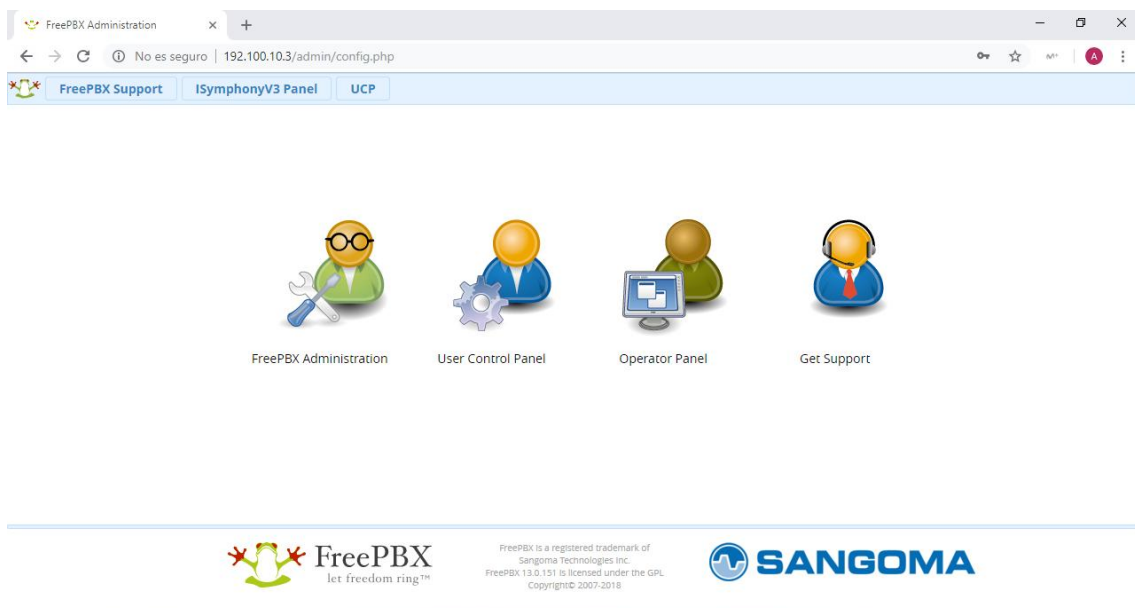
Create Account

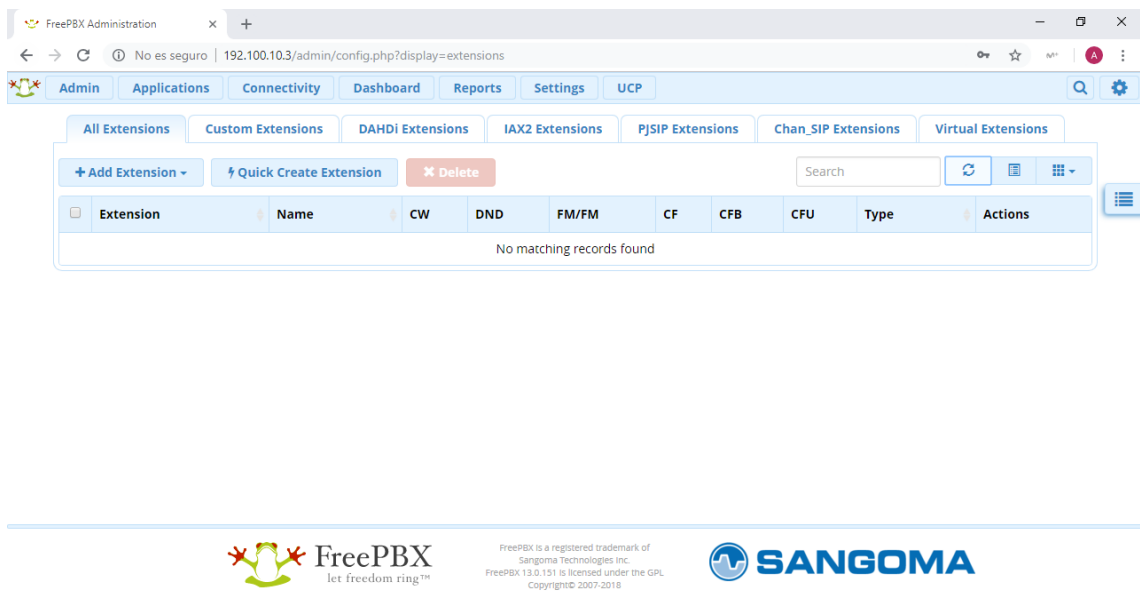
FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2018

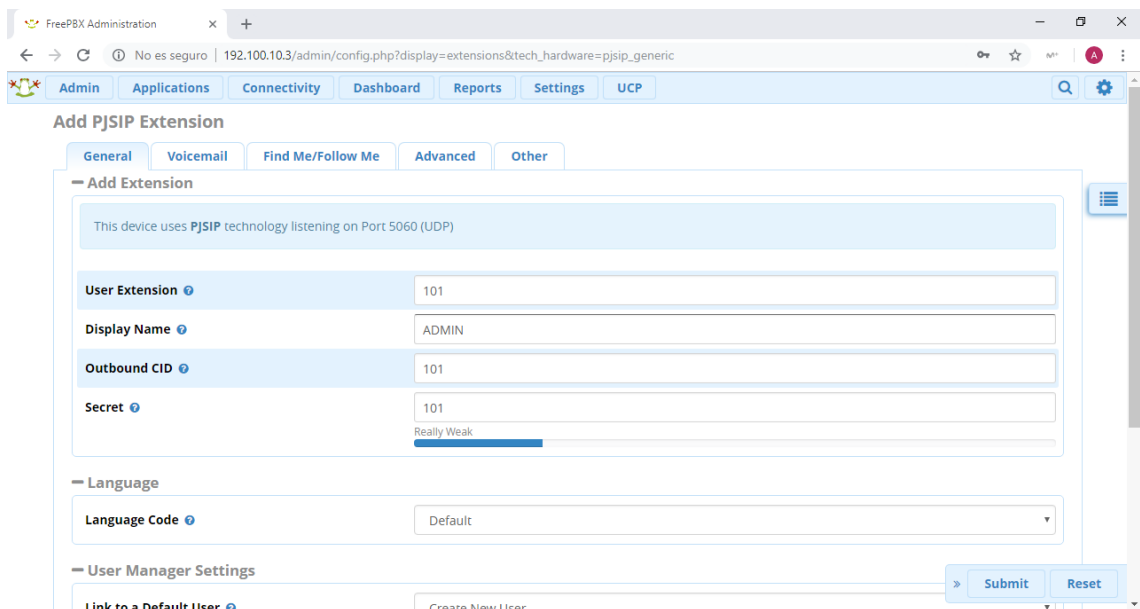
SANGOMA

Una vez se crea la cuenta, se accede al apartado FreePBX Administration y en el panel de la parte superior de la pantalla, se accede a la opción Applications, Extensions. En esta pantalla se podrán observar las extensiones telefónicas ya configuradas, en un primer momento debería estar en blanco.

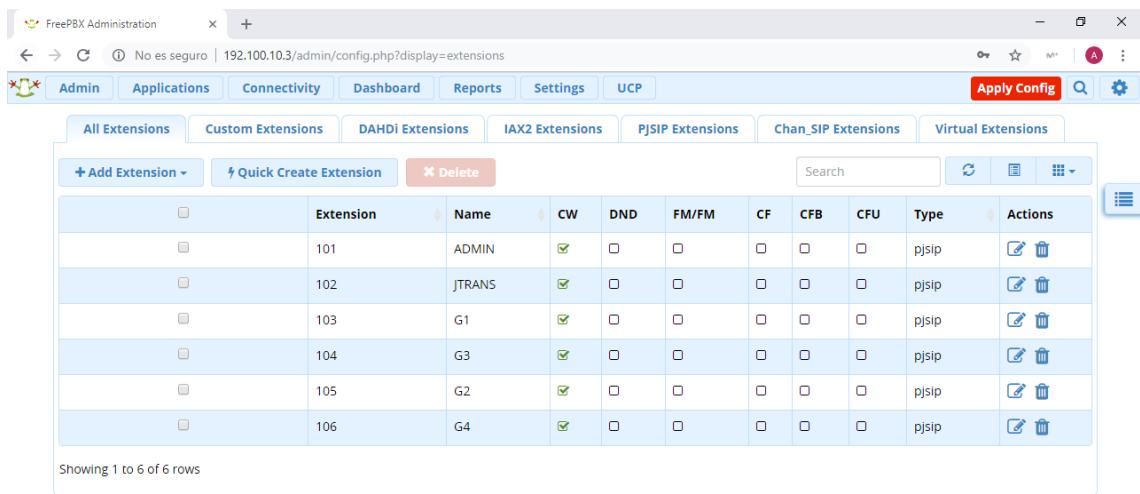




Para afiliar los teléfonos se utilizarán extensiones del tipo PJSIP, que es la más adecuada para los teléfonos Grandstream que se utilizan en este caso. Para el primer teléfono se le asignará la extensión 101, ya que se utilizará desde el 101 hasta el 199 para esta centralita. Esta extensión se le asignará al administrador de esta centralita en el CTPCAV. En el apartado Outbound CID se establece también el número 101, y en Secret también se utiliza 101.



Se repetiría el proceso para todas las extensiones que se quisieran crear. En este caso se han configurado seis extensiones de la siguiente manera.



FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=extensions

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP Apply Config

All Extensions Custom Extensions DAHDI Extensions IAX2 Extensions PJSIP Extensions Chan_SIP Extensions Virtual Extensions

+ Add Extension Quick Create Extension Delete

Extension	Name	CW	DND	FM/FM	CF	CFB	CFU	Type	Actions
101	ADMIN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
102	JTRANS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
103	G1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
104	G3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
105	G2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
106	G4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	

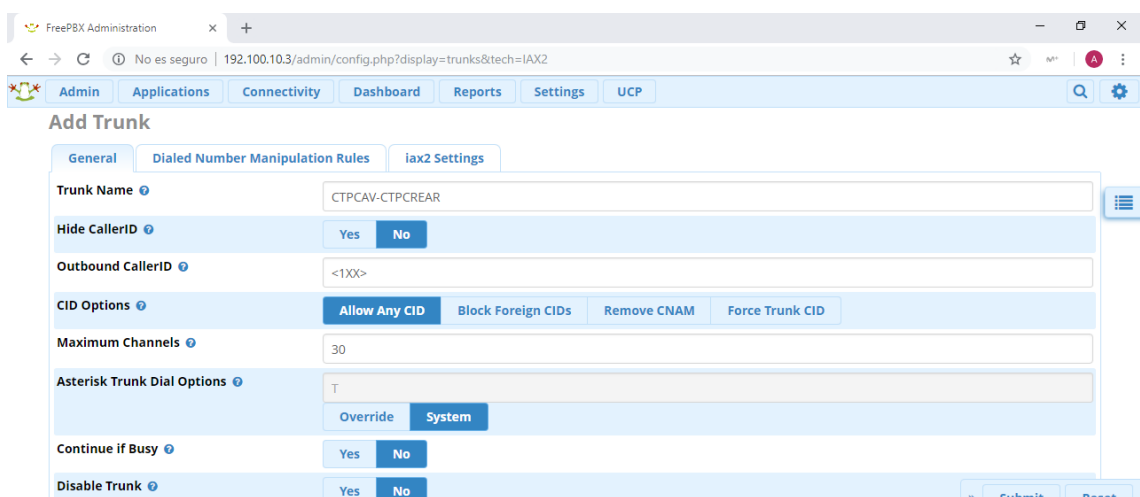
Showing 1 to 6 of 6 rows

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL Copyright© 2007-2018

SANGOMA

Una vez se configuran las extensiones hay que configurar el troncal con la otra centralita Asterisk, para ello en la pestaña Connectivity hay que seleccionar la opción Trunks. Ya que el troncal se realiza entre dos centralitas Asterisk, el tipo de troncal tiene que ser IAX2. La configuración general del troncal puede cambiar ya que no influye demasiado en el funcionamiento del troncal. Sin embargo, en la pestaña iax2 settings, en el apartado outgoing se encuentra la clave para que el troncal funcione correctamente. En PEER Details hay que configurar hacia qué dirección IP se enviarán las llamadas salientes del troncal.



FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=trunks&tech=IAX2

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Add Trunk

General Dialed Number Manipulation Rules iax2 Settings

Trunk Name CTPCAV-CTPCREAR

Hide CallerID Yes No

Outbound CallerID <1XX>

CID Options Allow Any CID Block Foreign CIDs Remove CNAM Force Trunk CID

Maximum Channels 30

Asterisk Trunk Dial Options T

Override System

Continue if Busy Yes No

Disable Trunk Yes No

Submit Reset

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL Copyright© 2007-2018

SANGOMA

FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=trunks&tech=IAX2

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Add Trunk

General Dialed Number Manipulation Rules **iax2 Settings**

Outgoing Incoming

Trunk Name CTPCAV-CTPCREAR

PEER Details

```
[CTPCREAR]
host= 192.100.20.3
username= CTPCAV
secret= ASTERISK123
type= friend
allow= all
```

Submit Reset



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc.
FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL
Copyright© 2007-2018



Una vez configurado el troncal hay que configurar el apartado Outbound Routes para indicar a la centralita qué números tienen que seguir qué ruta. Al igual que en el troncal, los parámetros generales no influyen en exceso en el funcionamiento pero si es importante el Dial Pattern ya que es lo que hace que la centralita sepa qué llamadas tiene que desviar por el troncal. En este caso, como las extensiones para la otra centralita irán desde el 201 hasta el 299, se indica que para cualquier número entre el 200 y el 299 (2XX) se envíe la llamada por el troncal.

FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=routing&view=form&id=1

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Outbound Routes

Edit Route

Route Settings Dial Patterns Import/Export Patterns Additional Settings

Route Name CTPCAV-CTPCREAR

Route CID name

Override Extension Yes No

Route Password

Route Type Emergency Intra-Company

Music On Hold? default

Time Group ---Permanent Route---

Route Position ---No Change---

Trunk Sequence for Matched Routes

CTPCAV-CTPCREAR

Submit Duplicate Reset Delete

FreePBX Administration

192.100.10.3/admin/config.php?display=routing&view=form&id=1

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Outbound Routes

Edit Route

Route Settings Dial Patterns Import/Export Patterns Additional Settings

Dial Patterns that will use this Route

Pattern Help

Dial patterns wizards

(prepend) prefix | [2XX] / CallerID +

(prepend) prefix | [match pattern] / CallerID +

> Submit Duplicate Reset Delete

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2016

SANGOMA

Con esto ya se habría terminado la configuración de la centralita Asterisk del CTPCAV. Para la centralita del CTPCREAR el proceso sería muy similar. Para la extensiones telefónicas se ha acordado utilizar entre el 201 y el 299.

FreePBX Administration

192.100.20.3/admin/config.php?display=extensions

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

All Extensions Custom Extensions DAHDI Extensions IAX2 Extensions PJSIP Extensions Chan_SIP Extensions Virtual Extensions

+ Add Extension Quick Create Extension Delete Search

	Extension	Name	CW	DND	FM/FM	CF	CFB	CFU	Type	Actions
	201	ADMIN2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
	202	JTRANS2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
	203	G1_2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
	204	G3_2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
	205	G2_2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
	206	G4_2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	

Showing 1 to 6 of 6 rows

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2016

SANGOMA

A la hora de configurar el troncal, en el apartado iax2 en PEER Details habrá que configurarlo de modo que el troncal envíe las llamadas hacia la centralita del CTPCAV.

FreePBX Administration

192.100.20.3/admin/config.php?display=trunks&tech=IAX2

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Add Trunk

General Dialed Number Manipulation Rules **iax2 Settings**

Outgoing Incoming

Trunk Name CTPCAV-CTPCREAR

PEER Details

```
host=192.100.10.3
username=CTPCREAR
secret=ASTERISK123
type=friend
allow=all
```

Submit Reset

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2018

SANGOMA

En Outbound Routes hay que especificarle a la centralita que cualquier llamada hacia una extensión entre el 101 y el 199 (1XX) tiene que sacarla por el troncal.

FreePBX Administration

192.100.20.3/admin/config.php?display=routing&view=form

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP

Outbound Routes

Add Route

Route Settings Dial Patterns Import/Export Patterns Additional Settings

Dial Patterns that will use this Route

Pattern Help

Dial patterns wizards

(prepend) prefix | [1XX] CallerID

Submit Reset

FreePBX let freedom ring™

FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 13.0.151 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2018

SANGOMA

Ahora las dos centralitas están configuradas y el troncal también. Se puede instalar un softphone, concretamente en este caso se ha elegido el programa XLite, para comprobar el funcionamiento de las centralitas. Como se puede ver a continuación la configuración del softphone es muy básica y se conecta exitosamente a ambas centralitas en función de la extensión que se quiera dar al softphone.

SIP Account

Account Voicemail Topology Presence Transport Advanced

Account name: 101

Protocol: SIP

Allow this account for

☒ Call

☒ IM / Presence

User Details

* User ID: 101

* Domain: 192.100.10.3

Password: ●●●

Display name: JTRANS

Authorization name: 101

Domain Proxy

☒ Register with domain and receive calls

Send outbound via:

☒ Domain

☐ Proxy Address: 192.100.20.3

OK Cancel

SIP Account

Account Voicemail Topology Presence Transport Advanced

Firewall Traversal

Firewall traversal method:

☒ Auto-detect firewall traversal method using ICE (recommended)

☐ Discover public IP address (STUN)

☐ Use media relay (TURN)

☐ None

Server address: 192.100.10.3

User name: ROOT

Password: ●●●●●●●●

Port Ranges

☐ Range of ports used for signaling 0 - 0

☐ Range of ports used for RTP Audio: 0 - 0

Video: 0 - 0

Custom DNS

Server 1:

Server 2:

OK Cancel

X-Lite - JTRANS

Softphone View Contacts Help

Presence Status Available

Headset icon Volume slider

Enter name or number

1 2 ABC 3 DEF

4 GHI 5 JKL 6 MNO

7 PQRS 8 TUV 9 WXYZ

* 0 #

X Lite Powered by COUNTERPATH

SIP Account

AccountVoicemailTopologyPresenceTransportAdvanced

Account name: 205

Protocol: SIP

Allow this account for

☒ Call

☒ IM / Presence

User Details

* User ID: 205

* Domain: 192.100.20.3

Password: ●●●

Display name: G2_2

Authorization name: 205

Domain Proxy

☒ Register with domain and receive calls

Send outbound via:

☒ Domain

☐ Proxy Address: 192.100.20.3

OK

Cancel

X-Lite - G2_2

SoftphoneViewContactsHelp

✓

Presence Status

Available

🗨

🗨🗨

🎧

🔊

Enter name or number

📞

▼

1	2 ABC	3 DEF
4 GHI	5 JKL	6 MNO
7 PQRS	8 TUV	9 WXYZ
*	0	#

⋮

👤

★

🕒

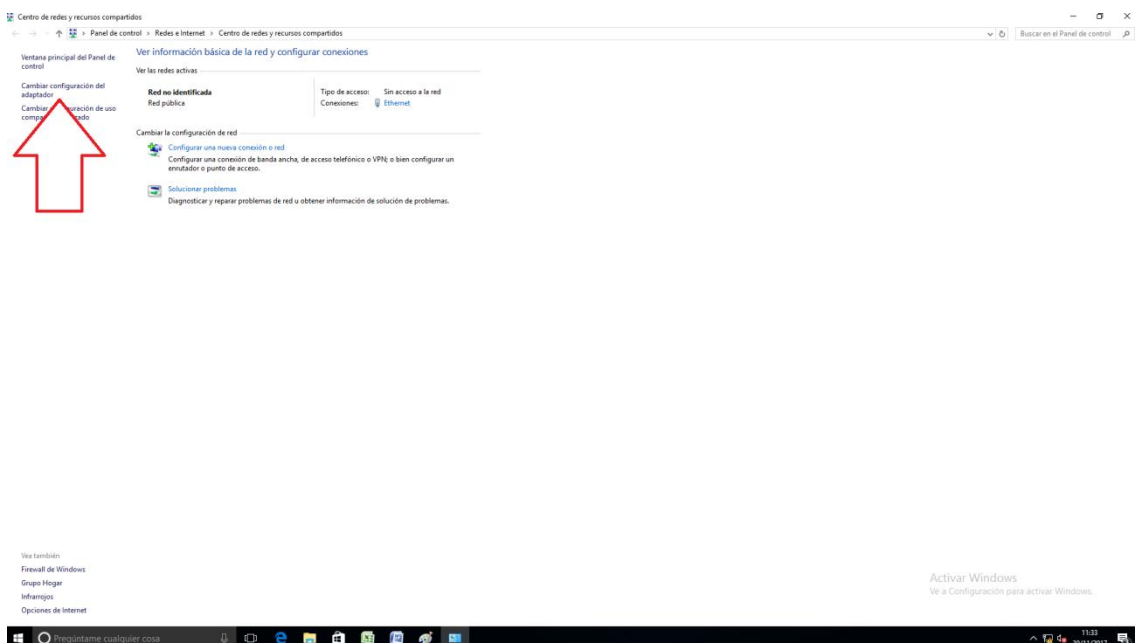
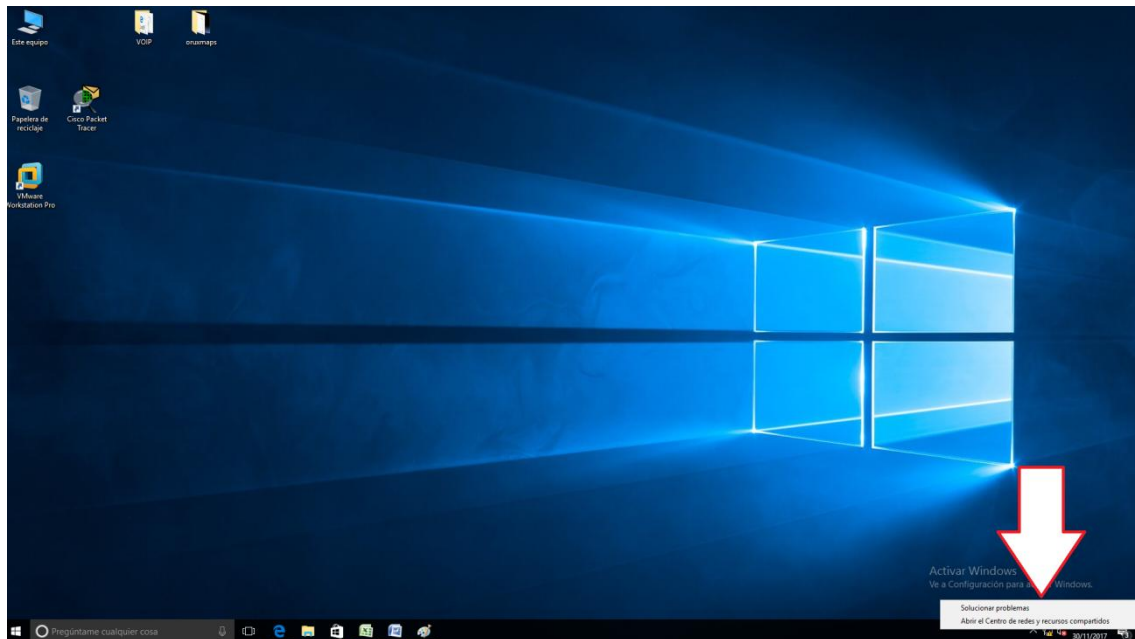
X Lite

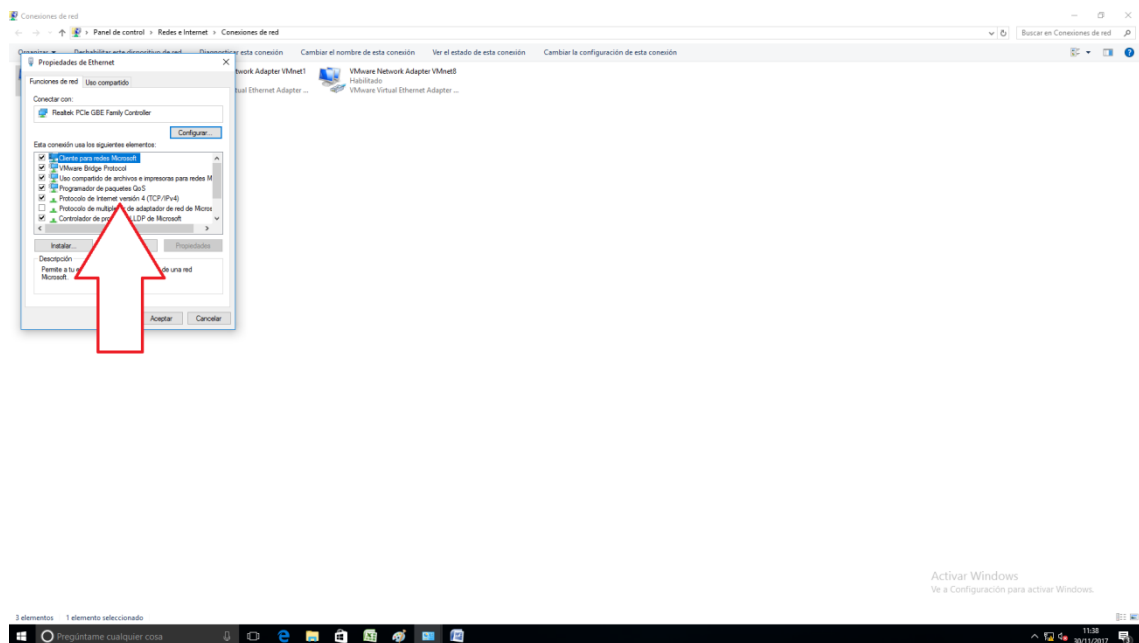
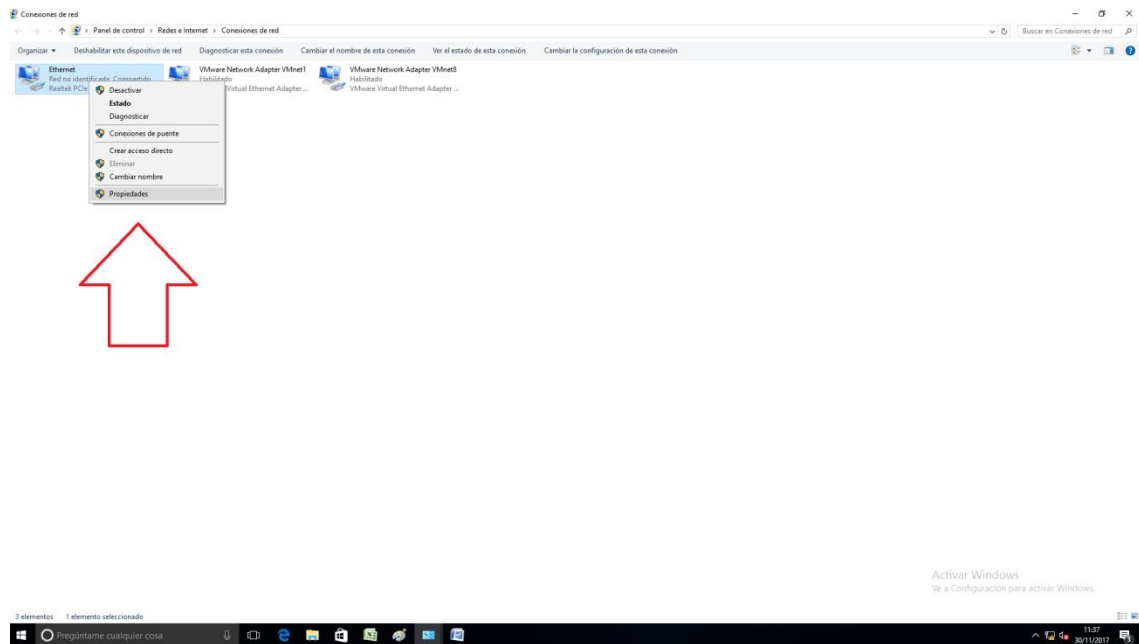
Powered by
COUNTERPATH

XXXVI

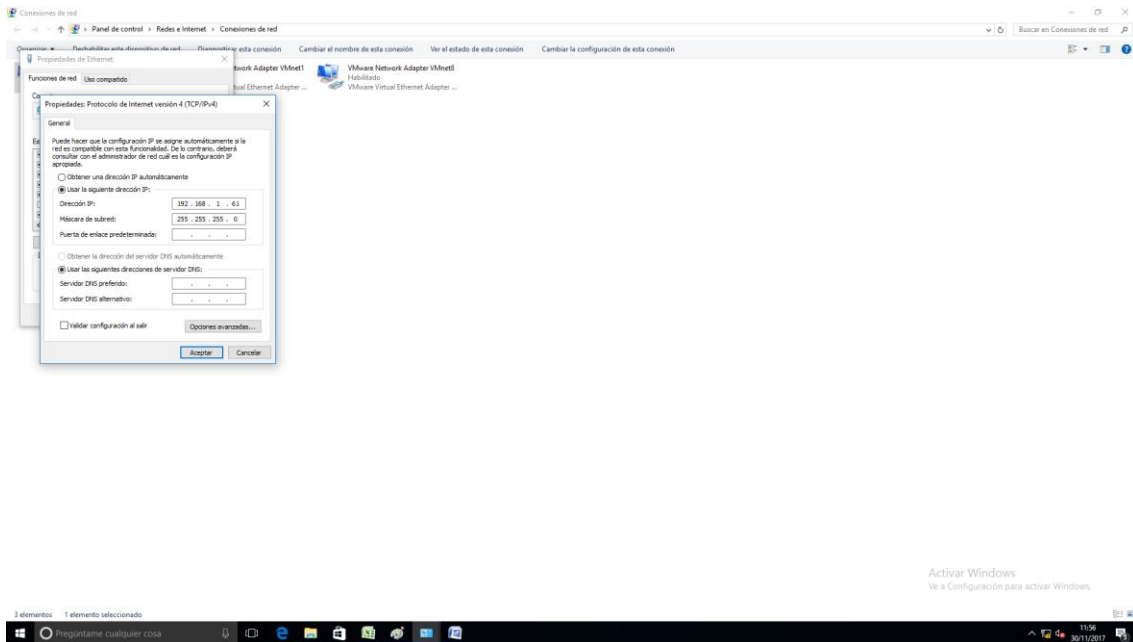
ANEXO IV: CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE PARA ANTENA UBIQUITI.

Para configurar la estación base de la antenna se necesita primeramente un adaptador *PoE* al cual conectar la base y de dicho adaptador tirar un cable Ethernet hacia un ordenador. Dicho ordenador tiene que estar en la misma red que la antenna por lo que es necesario cambiar la configuración del adaptador de red. Para ello en el centro de redes y recursos compartidos hay que seleccionar el adaptador de red, propiedades, protocolo de internet versión 4 TCP/IPv4.

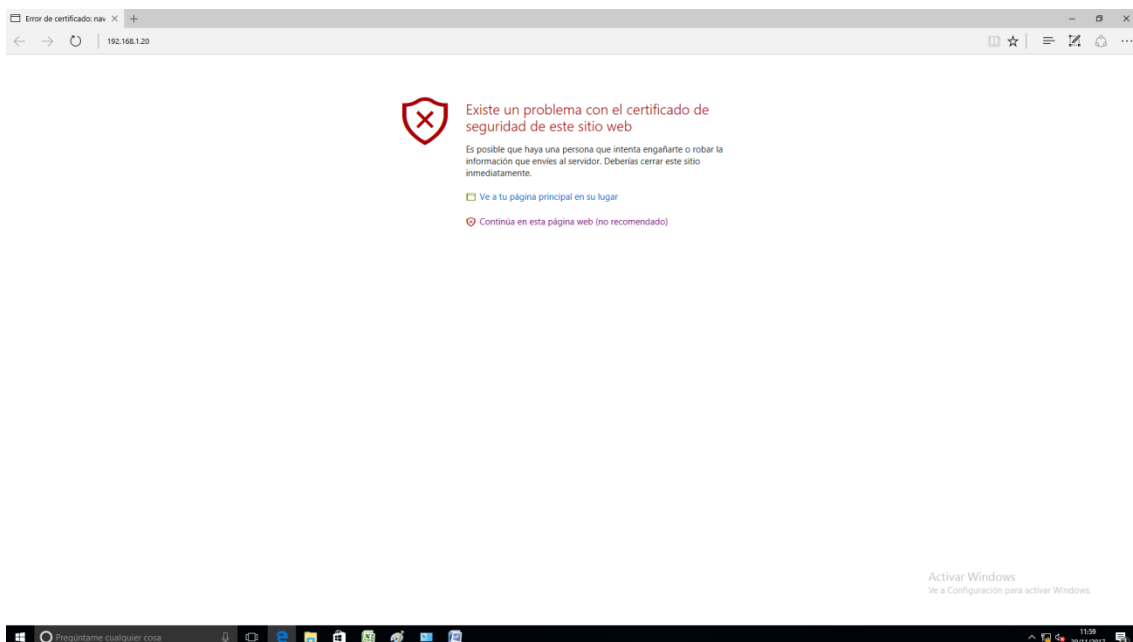


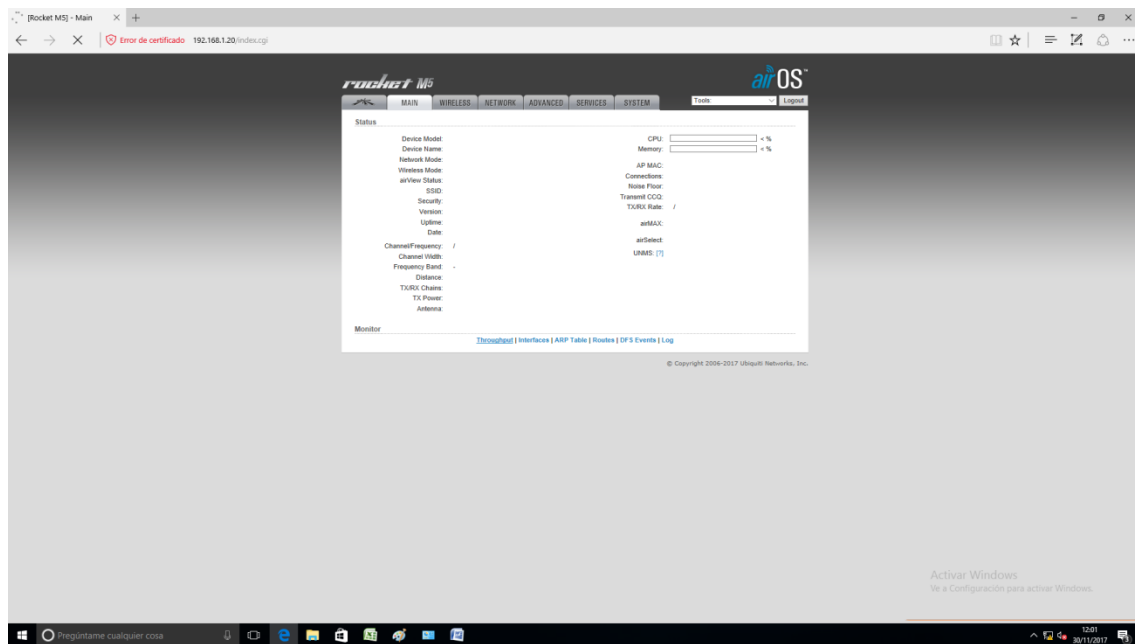


Se asigna una dirección IP al equipo que concuerde con la red en la que se encuentra la dirección IP de la antena, y se asigna una máscara de subred del tipo /24 ó 255.255.255.0. No es necesario asignar una puerta de enlace.

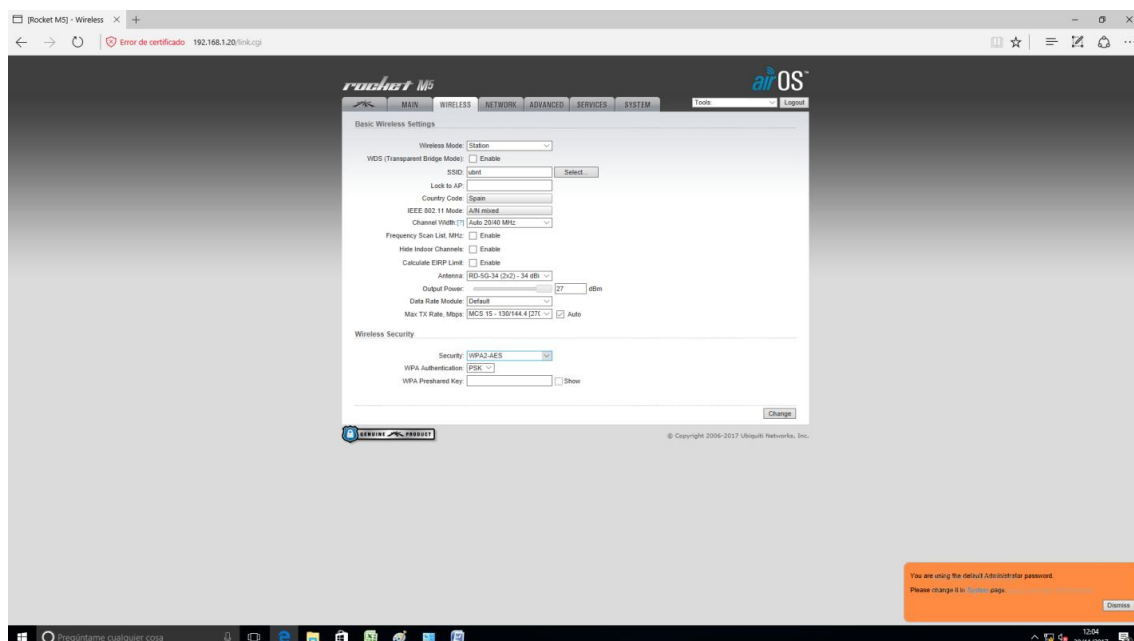


Una vez se aplica la configuración al adaptador de red, hay que acceder al navegador e introducir la dirección IP que tenga asignada en ese momento la antenna, si se realiza por primera vez será la dirección IP que venga de fábrica asignada. Pese a la advertencia sobre los certificados de seguridad se pulsa en acceder y se accede a la configuración vía web de la estación base de la antenna. Para acceder solicitará un usuario y contraseña que por defecto ambas son "ubnt".

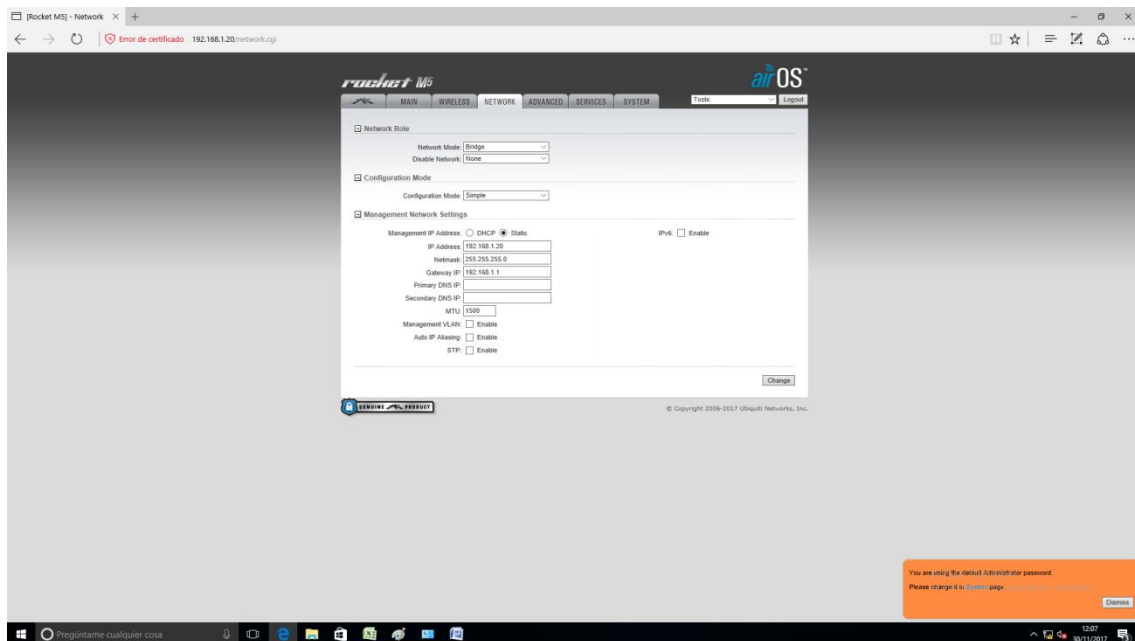




Una vez se haya accedido a la interfaz, se deberá acceder a la pestaña "Wireless" y configurar la base como estación o punto de acceso, se deberá marcar la opción "WDS", darle un nombre al SSID y marcar la opción de ocultarlo, finalmente para redundar en seguridad se podrá establecer una contraseña en modo WPA2-AES o PSK. Es importante que antes de cambiar de pestaña se pulse el botón de aplicar cambios.



A continuación se deberá acceder a la pestaña "Network" y configurar el modo como "bridged", seleccionar la opción de IP estática e introducir la dirección IP que se tenga establecida, en máscara de red se deberá introducir una /30 si se desea que la conexión sea punto a punto, es decir 255.255.255.252, y en puerta de enlace o gateway se dejará en blanco.



Es importante comprobar que en un enlace punto a punto, una antena esté configurada como estación y la otra como punto de acceso.

ANEXO V: ENCUESTAS REALIZADAS A PERSONAL DE LA CIATRANSLEG PARA LA REALIZACIÓN DEL QFD.

ENCUESTA SOBRE LOS REQUISITOS QUE DEBERÍA TENER UNA RED VoIP

Nombre y apellidos: Jose Javier Belda Morante Unidad: Compañía de Transmisiones de La Legión
Empleo : Capitán Cargo que ocupa: Jefe de la Compañía de Transmisiones de La Legión

Cuando tiene que configurar una red VoIP para un ejercicio, ¿qué requisito es el que considera que limita la maniobra?

El número de extensiones que hay crear y configurar en la centralita.

¿Qué requisitos adicionales le gustaría que ofreciera una red VoIP?

Baja latencia para poder conseguir una mayor calidad en las llamadas.

Califique del 1 al 5 las siguientes cuestiones siendo el 5 la calificación más alta y 1 la más baja.

Del 1 al 5 como de importante considera la interoperabilidad de las centralitas IP.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ESCALABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **INTEROPERABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **OPTIMIZACIÓN** del ancho de banda que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en la disponibilidad de **SERVICIO TÉCNICO** del que disponen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **BAJA LATENCIA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **CONFIGURACIONES PREDETERMINADAS** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SERVICIOS ADICIONALES** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ADAPTACIÓN A DIFERENTES ARQUITECTURAS DE RED** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **USO EN ENTORNOS DE GUERRA ELECTRÓNICA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SECURIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE VOZ** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

ENCUESTA SOBRE LOS REQUISITOS QUE DEBERÍA TENER UNA RED VoIP

Nombre y apellidos: Jose Antonio Aranda Martín Unidad: Compañía de Transmisiones de La Legión
Empleo : Teniente Cargo que ocupa: Jefe de la Sección de Satélite y Jefe de la Unidad de Transmisiones en Irak.

Cuando tiene que configurar una red VoIP para un ejercicio, ¿qué requisito es el que considera que limita la maniobra?

Que las centralitas sean capaces de comunicarse sin problemas entre ellas.

¿Qué requisitos adicionales le gustaría que ofreciera una red VoIP?

Baja latencia para evitar problemas en las comunicaciones.

Califique del 1 al 5 las siguientes cuestiones siendo el 5 la calificación más alta y 1 la más baja.

Del 1 al 5 como de importante considera la interoperabilidad de las centralitas IP.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ESCALABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **INTEROPERABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **OPTIMIZACIÓN** del ancho de banda que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en la disponibilidad de **SERVICIO TÉCNICO** del que disponen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **BAJA LATENCIA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **CONFIGURACIONES PREDETERMINADAS** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SERVICIOS ADICIONALES** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ADAPTACIÓN A DIFERENTES ARQUITECTURAS DE RED** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **USO EN ENTORNOS DE GUERRA ELECTRÓNICA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SECURIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE VOZ** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

ENCUESTA SOBRE LOS REQUISITOS QUE DEBERÍA TENER UNA RED VoIP

Nombre y apellidos: Germán Pellicer Martínez Unidad: Compañía de Transmisiones de La Legión
Empleo : Teniente Cargo que ocupa: Jefe de la Sección de Sistemas de Información

Cuando tiene que configurar una red VoIP para un ejercicio, ¿qué requisito es el que considera que limita la maniobra?

La cantidad de usuarios que puedan realizar llamadas simultáneamente.

¿Qué requisitos adicionales le gustaría que ofreciera una red VoIP?

Capacidad de crear configuraciones predeterminadas para adaptar a la maniobra.

Califique del 1 al 5 las siguientes cuestiones siendo el 5 la calificación más alta y 1 la más baja.

Del 1 al 5 como de importante considera la interoperabilidad de las centralitas IP.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ESCALABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **INTEROPERABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **OPTIMIZACIÓN** del ancho de banda que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en la disponibilidad de **SERVICIO TÉCNICO** del que disponen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **BAJA LATENCIA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **CONFIGURACIONES PREDETERMINADAS** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SERVICIOS ADICIONALES** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ADAPTACIÓN A DIFERENTES ARQUITECTURAS DE RED** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **USO EN ENTORNOS DE GUERRA ELECTRÓNICA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SECURIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE VOZ** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

ENCUESTA SOBRE LOS REQUISITOS QUE DEBERÍA TENER UNA RED VoIP

Nombre y apellidos: Diego Linares Pulido Unidad: Compañía de Transmisiones de La Legión
Empleo : Teniente Cargo que ocupa: Jefe de la Sección de Radio

Cuando tiene que configurar una red VoIP para un ejercicio, ¿qué requisito es el que considera que limita la maniobra?

El número de llamadas simultáneas que pueden realizarse en un pico de actividad en el Puesto de Mando.

¿Qué requisitos adicionales le gustaría que ofreciera una red VoIP?

Capacidad de asistencia de un servicio técnico online o telefónico para incidencias graves en la red.

Califique del 1 al 5 las siguientes cuestiones siendo el 5 la calificación más alta y 1 la más baja.

Del 1 al 5 como de importante considera la interoperabilidad de las centralitas IP.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ESCALABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **INTEROPERABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **OPTIMIZACIÓN** del ancho de banda que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en la disponibilidad de **SERVICIO TÉCNICO** del que disponen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **BAJA LATENCIA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **CONFIGURACIONES PREDETERMINADAS** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SERVICIOS ADICIONALES** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ADAPTACIÓN A DIFERENTES ARQUITECTURAS DE RED** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **USO EN ENTORNOS DE GUERRA ELECTRÓNICA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SECURIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE VOZ** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

ENCUESTA SOBRE LOS REQUISITOS QUE DEBERÍA TENER UNA RED VoIP

Nombre y apellidos: Daniel Gilsanz Russo Unidad: Compañía de Transmisiones de La Legión

Empleo : Sargento 1º Cargo que ocupa: Segundo Jefe de la Sección de RBA

Cuando tiene que configurar una red VoIP para un ejercicio, ¿qué requisito es el que considera que limita la maniobra?

El ancho de banda disponible en función de los usuarios planeados.

¿Qué requisitos adicionales le gustaría que ofreciera una red VoIP?

Servicios adicionales como contestador, llamada en espera, buzón de voz...

Califique del 1 al 5 las siguientes cuestiones siendo el 5 la calificación más alta y 1 la más baja.

Del 1 al 5 como de importante considera la interoperabilidad de las centralitas IP.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ESCALABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **INTEROPERABILIDAD** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **OPTIMIZACIÓN** del ancho de banda que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en la disponibilidad de **SERVICIO TÉCNICO** del que disponen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **BAJA LATENCIA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **CONFIGURACIONES PREDETERMINADAS** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SERVICIOS ADICIONALES** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **ADAPTACIÓN A DIFERENTES ARQUITECTURAS DE RED** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución de **USO EN ENTORNOS DE GUERRA ELECTRÓNICA** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Del 1 al 5, represente el grado de consecución en **SECURIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE VOZ** que tienen la Ciatransleg, los Regimientos de Transmisiones, las Compañías de Transmisiones de las Brigadas y las unidades de Transmisiones en operaciones exteriores respectivamente.

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

ANEXO VI: CONFIGURACIÓN DEL TRONCAL ENTRE LAS CENTRALITAS CALLMANAGER Y ASTERISK.

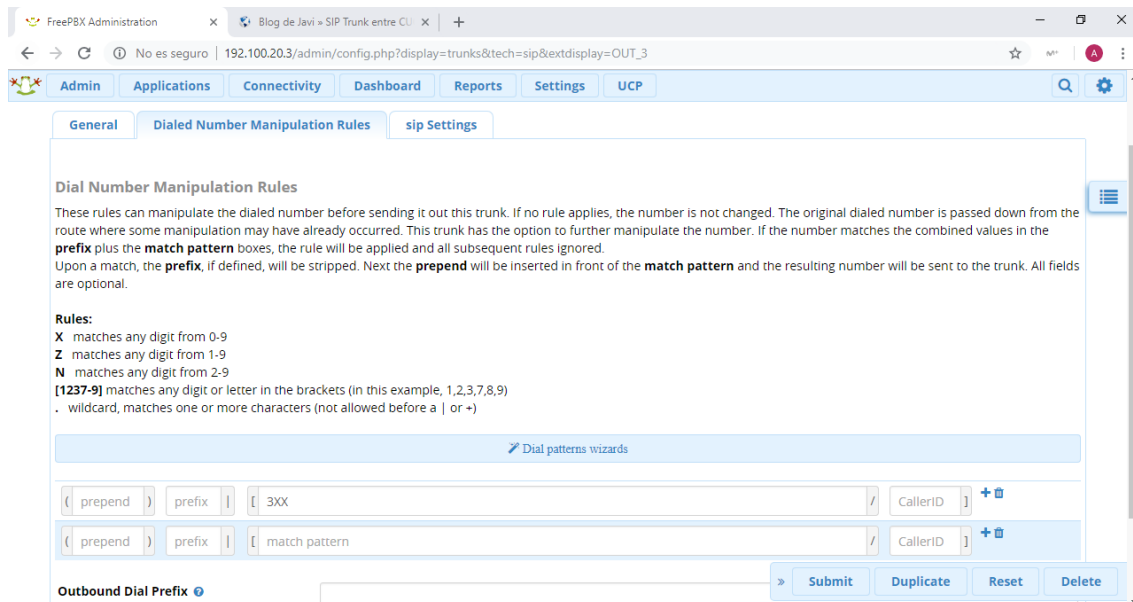
Primeramente se explicará como configurar este troncal en la centralita Asterisk.

Para ello se crea un troncal de tipo SIP y se configura como si de un troncal normal se tratase, en "SIP Settings" en el apartado PEER details es necesario hacer referencia a la dirección IP del CallManager y es también muy importante especificar los tipos de códec permitidos ya que CallManager suele trabajar con μ -law.

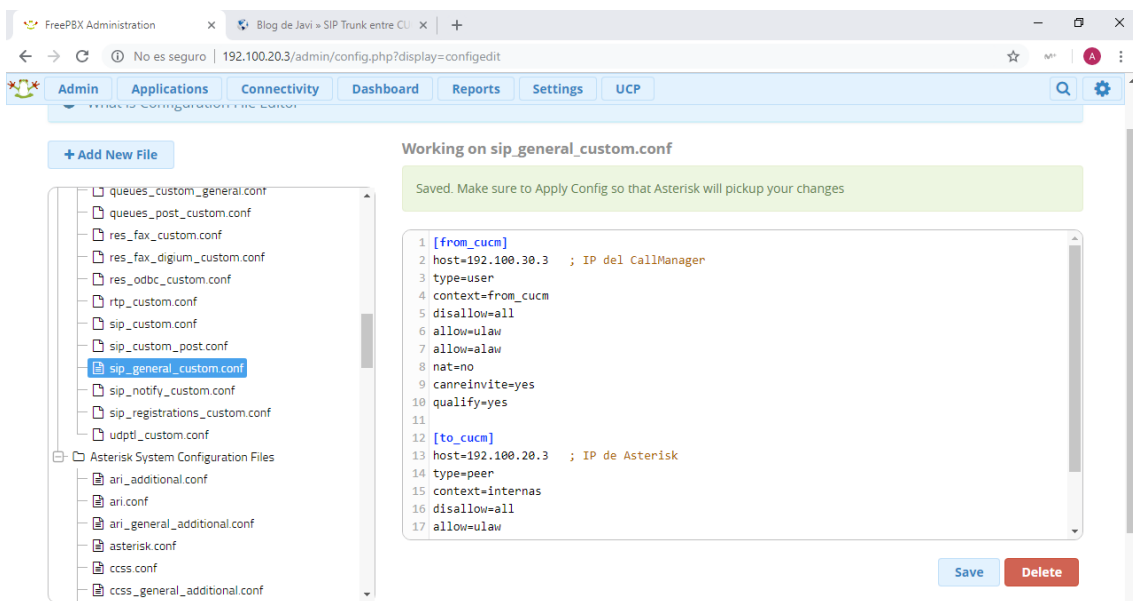
The screenshot shows the FreePBX Administration interface. The top navigation bar includes 'Admin', 'Applications', 'Connectivity', 'Dashboard', 'Reports', 'Settings', and 'UCP'. The 'Settings' tab is active, and the 'SIP Settings' sub-tab is selected. The trunk name is 'CallManager-Asterisk'. The 'Hide CallerID' is set to 'No'. The 'Outbound CallerID' is '<Asterisk>'. The 'CID Options' are set to 'Allow Any CID'. The 'Maximum Channels' is 8. The 'Asterisk Trunk Dial Options' are set to 'T'. The 'Continue if Busy' is set to 'No'. The 'Disable Trunk' is set to 'No'. The bottom of the page features the FreePBX logo and the SANGOMA logo.

The screenshot shows the FreePBX Administration interface. The top navigation bar includes 'Admin', 'Applications', 'Connectivity', 'Dashboard', 'Reports', 'Settings', and 'UCP'. The 'Settings' tab is active, and the 'Edit Trunk' page is shown. The trunk name is 'CallManager-Asterisk'. The 'PEER Details' section is expanded, showing the following configuration: host=192.100.30.3; IP del CallManager, type=user, context=from_cucm, disallow=all, allow=ulaw&alaw, nat=no, canreinvite=yes, qualify=yes. The bottom of the page features the FreePBX logo and the SANGOMA logo.

Una vez realizado el troncal se deben especificar en "Outbound Routes" que números de marcación son los que se quieren enrutar hacia el CallManager, en este caso se han elegido las extensiones que van desde el 300 hasta el 399 como las que están registradas en el CallManager. Por ello se especificará que cualquier número de marcación de tres cifras que empiece por tres, 3XX, se enrutará por el troncal anteriormente creado.

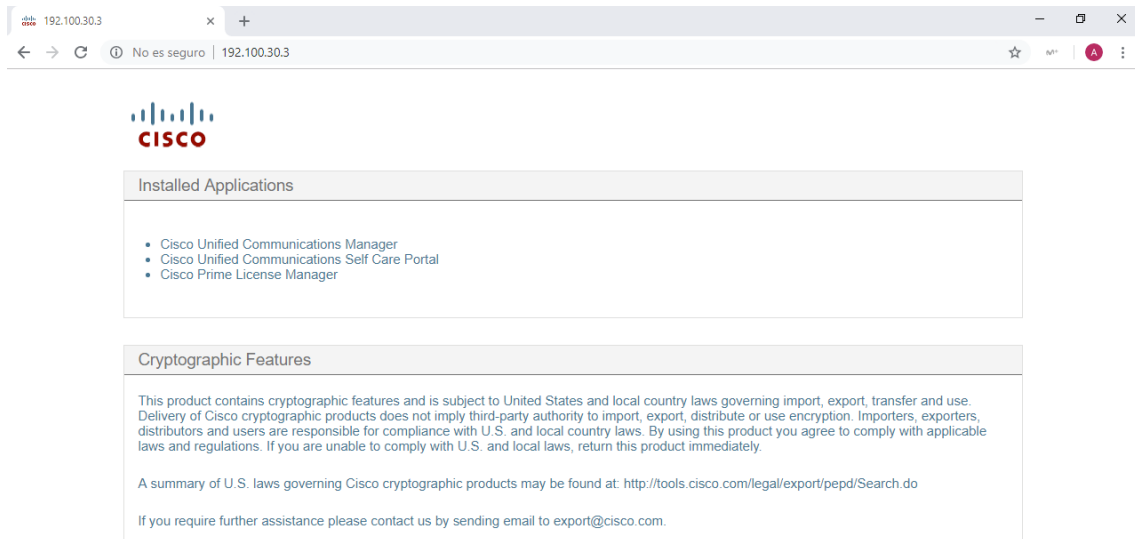


Para terminar, es necesario reescribir el archivo de configuración "sip.conf". Esta acción se puede hacer vía interfaz web o mediante línea de comandos en función de los permisos que tengamos otorgados a nuestro usuario en la centralita. Si se accede al archivo anteriormente citado se puede observar que se basa en llamadas a otros archivos de configuración, lo que se denomina como "include". Por ello el archivo a modificar deberá ser el que se mencione en el archivo sip.conf, en este caso se debe modificar el archivo sip_general_custom.conf. En esta nueva configuración se debe hacer referencia a las dos centralitas, especificando el tipo de códec permitido, la utilización o no de NAT y el tipo de PEER.

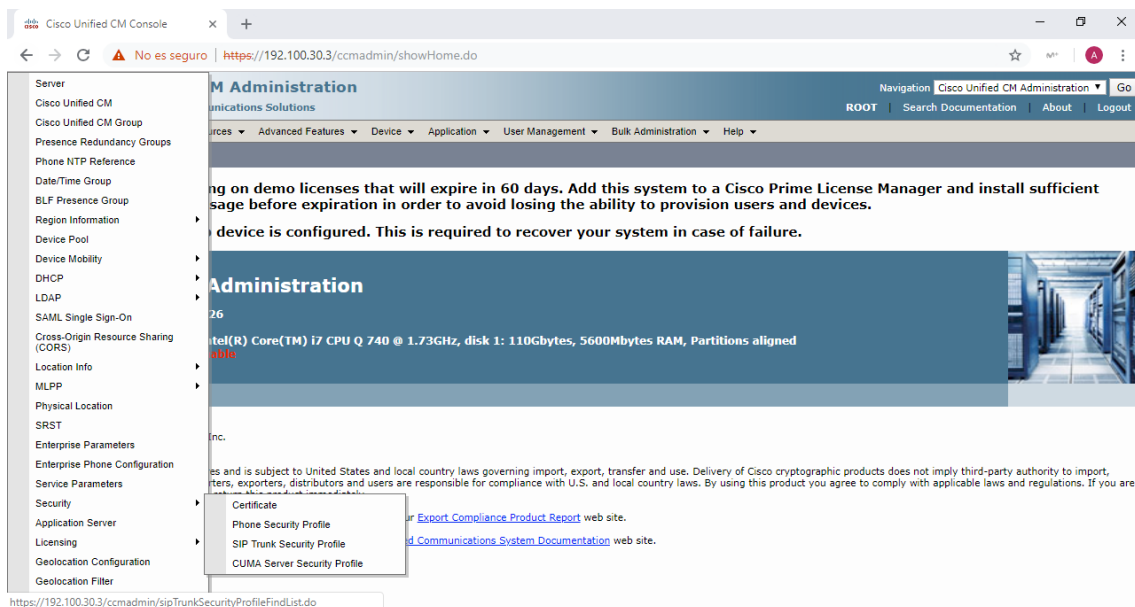


De esta forma la parte del troncal correspondiente a la centralita Asterisk estaría configurada.

Para configurar la parte del troncal del CallManager, lo primero es crear un perfil de seguridad propio para troncales SIP para lo que se debe acceder vía Web al CallManager y seleccionar la opción "Cisco Unified Communications Manager" y posteriormente registrarse con el usuario y la contraseña introducidos durante la instalación.



Posteriormente una vez se acceda al menú principal se deberá seleccionar la pestaña "System", "Security", "SIP Trunk Security Profile".



Una vez se ha accedido a esta pestaña, hay que pulsar en el botón "Find" para que aparezcan los dos perfiles ya creados. En el perfil "Non Secure SIP Trunk Profile" se debe pulsar la opción de "copy" que aparece a la derecha, de esta forma se crea uno nuevo con los mismos datos que el anterior pero modificando los que son necesarios solamente. En este caso simplemente

se le cambiará el nombre y en "Outgoing Transport Type" seleccionar la opción UDP. Importante guardar la configuración antes de salir de este menú.

The screenshot shows the 'SIP Trunk Security Profile Configuration' page in the Cisco Unified CM Administration interface. The page has a navigation bar at the top with 'System', 'Call Routing', 'Media Resources', 'Advanced Features', 'Device', 'Application', 'User Management', 'Bulk Administration', and 'Help'. Below the navigation bar, there's a 'SIP Trunk Security Profile Configuration' section with a 'Related Links' dropdown set to 'Back To Find/List'. The main content area is titled 'SIP Trunk Security Profile Information' and contains the following fields:

- Name*: ASTERISK TRUNK
- Description: Non Secure SIP Trunk Profile authenticated by null String
- Device Security Mode: Non Secure
- Incoming Transport Type*: TCP+UDP
- Outgoing Transport Type: UDP
- ☐ Enable Digest Authentication
- Nonce Validity Time (mins)*: 600
- X.509 Subject Name: (empty text area)
- Incoming Port*: 5060
- ☐ Enable Application level authorization
- ☐ Accept presence subscription

El siguiente paso será crear el troncal que enlazará con la centralita Asterisk. Para ello se deberá pinchar en la pestaña "Device", "Trunk". Se creará un troncal nuevo, del tipo "SIP Trunk" y en "Trunk Service Type" se deberá seleccionar la opción "None(default)".

The screenshot shows the 'Trunk Configuration' page in the Cisco Unified CM Administration interface. The page has a navigation bar at the top with 'System', 'Call Routing', 'Media Resources', 'Advanced Features', 'Device', 'Application', 'User Management', 'Bulk Administration', and 'Help'. Below the navigation bar, there's a 'Trunk Configuration' section with a 'Related Links' dropdown set to 'Back To Find/List'. The main content area is titled 'Trunk Information' and contains the following fields:

- Trunk Type*: SIP Trunk
- Device Protocol*: SIP
- Trunk Service Type*: None(Default)

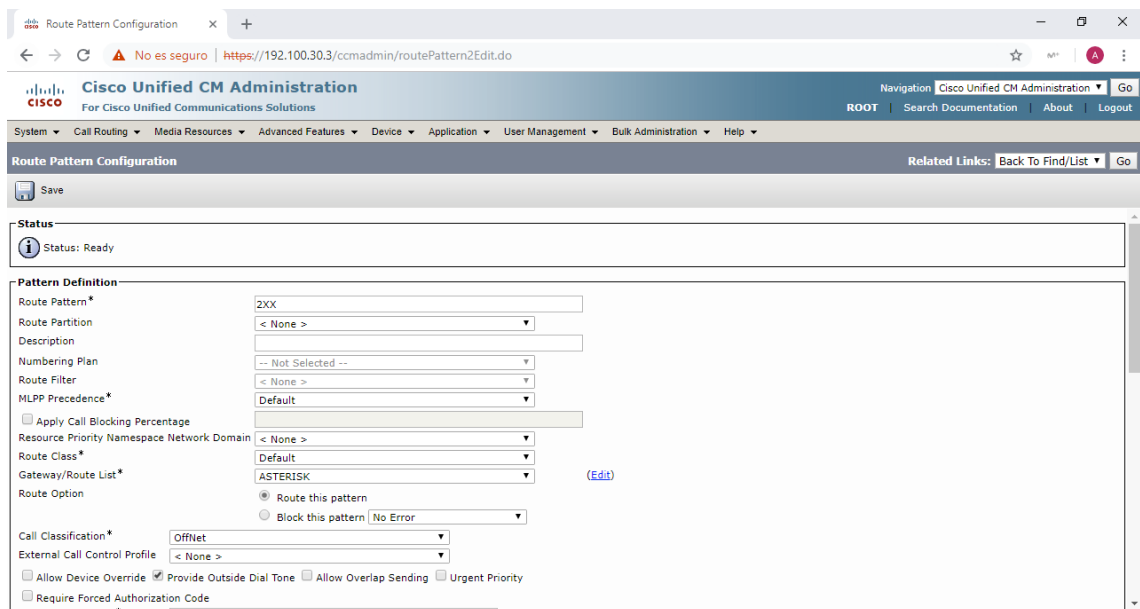
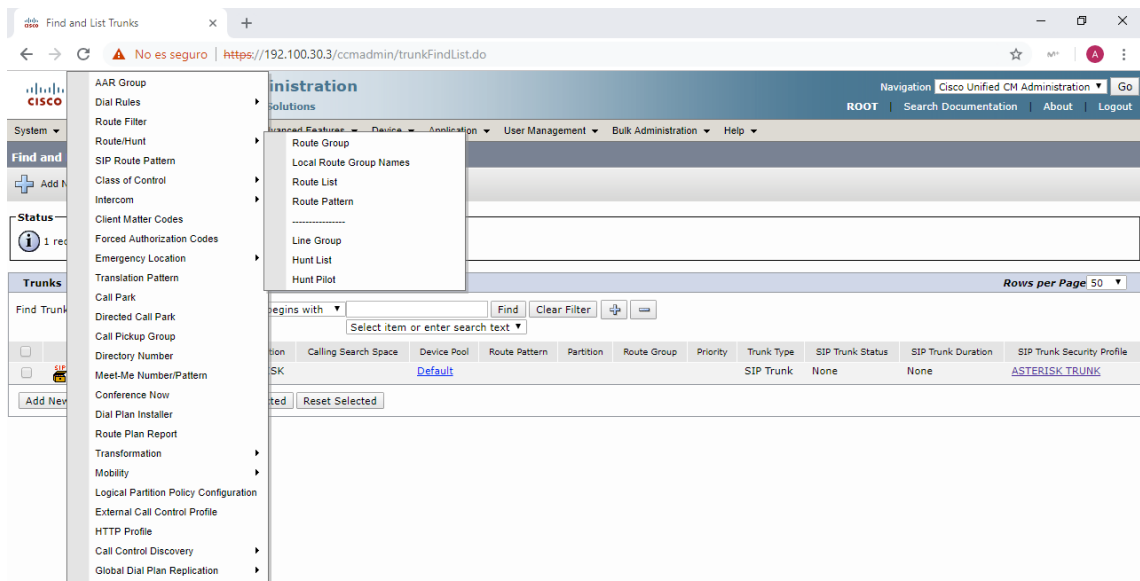
Below the fields, there is a 'Next' button and a note: '* - indicates required item.'

Ahora se le deberá poner un nombre al troncal y es muy importante seleccionar en "Device Pool" la opción "Default". A continuación se deberá activar la casilla "Media Termination Point Required"; en el apartado "SIP Information" se deberá introducir la dirección IP de la centralita Asterisk, elegir "711ulaw" como el códec a utilizar, en "SIP Trunk Security Profile" elegir el perfil creado anteriormente y en "SIP Profile" elegir "Standard SIP Profile". Finalmente en "DTMF Signaling Method" se deberá escoger "RFC2833".

The screenshot shows the 'Trunk Configuration' page in Cisco Unified CM Administration. The 'Device Information' section is expanded, showing various configuration options for a SIP Trunk. The 'Device Name' is set to 'ASTERISK'. The 'Device Pool' is set to 'Default'. The 'Common Device Configuration' is set to '< None >'. The 'Call Classification' is set to 'Use System Default'. The 'Media Resource Group List' is set to '< None >'. The 'Location' is set to 'Hub_None'. The 'AAR Group' is set to '< None >'. The 'Tunneled Protocol' is set to 'None'. The 'QSIG Variant' is set to 'No Changes'. The 'ASN.1 ROSE OID Encoding' is set to 'No Changes'. The 'Packet Capture Mode' is set to 'None'. The 'Packet Capture Duration' is set to '0'. The 'Media Termination Point Required' checkbox is checked. The 'Retry Video Call as Audio' checkbox is checked. The 'Path Replacement Support' checkbox is unchecked. The 'Transmit UTF-8 for Calling Party Name' checkbox is unchecked.

The screenshot shows the 'Trunk Configuration' page in Cisco Unified CM Administration. The 'Caller Information' section is expanded, showing fields for 'Caller ID DN' and 'Caller Name'. The 'SIP Information' section is also expanded, showing the 'Destination' table and various configuration options. The 'Destination' table has one row with 'Destination Address' '192.100.20.3', 'Destination Address IPv6' empty, 'Destination Port' '5060', 'Status' 'N/A', and 'Status Reason' 'N/A'. The 'MTP Preferred Originating Codec' is set to '711ulaw'. The 'BLF Presence Group' is set to 'Standard Presence group'. The 'SIP Trunk Security Profile' is set to 'ASTERISK TRUNK'. The 'Rerouting Calling Search Space' is set to '< None >'. The 'Out-Of-Dialog Refer Calling Search Space' is set to '< None >'. The 'SUBSCRIBE Calling Search Space' is set to '< None >'. The 'SIP Profile' is set to 'Standard SIP Profile'. The 'DTMF Signaling Method' is set to 'RFC 2833'.

Ahora ya solo queda definir el qué números de marcación deben salir por el troncal recién creado. Para ello se deberá acceder a las pestañas "Call Routing", "Route/Hunt", "Route Pattern". Una vez se acceda a este menú se creará uno nuevo teniendo en cuenta que las extensiones que utiliza la centralita Asterisk empiezan todas por 2 por lo que en el apartado "Route Pattern" se debería escribir 2XX y en "Gateway/Route List" elegir el troncal creado.



Se guardaría y aplicaría la configuración y de esta forma estaría configurado el troncal del CallManager hacia la centralita Asterisk.

